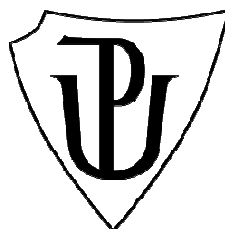


Univerzita Palackého v Olomouci
Přírodovědecká fakulta
Katedra experimentální fyziky

DISERTAČNÍ PRÁCE

**Vybrané prekoncepty v oblasti přírodovědného
vzdělávání a jejich aplikace v integrovaném pojetí
výuky**



Autor:	Mgr. Veronika Kainzová
Studijní program:	P1701 Fyzika
Studijní obor:	1701V047 Didaktika fyziky
Forma studia:	Prezenční
Školitel:	RNDr. Renata Holubová CSc.
Termín odevzdání práce:	únor 2012

Prohlašuji, že jsem předloženou disertační práci vypracovala samostatně pod vedením RNDr. Renaty Holubové CSc. a že jsem použila zdrojů, které cituji a uvádím v seznamu použitých zdrojů.

V Olomouci 17. 2. 2012

.....

Bibliografická identifikace:

Jméno a příjmení autora	Mgr. Veronika Kainzová
Název práce	Vybrané prekoncepty v oblasti přírodovědného vzdělávání a jejich aplikace v integrovaném pojetí výuky
Typ práce	Disertační
Pracoviště	Katedra experimentální fyziky
Vedoucí práce	RNDr. Renata Holubová CSc.
Rok obhajoby práce	2012

Abstrakt

Disertační práce se zaměřuje na inovativní přístupy a aplikaci současných pedagogických teorií do oblasti přírodovědného vzdělávání s cílem podpořit zvýšení jak jeho kvality, tak jisté atraktivity vzhledem k žákům. Naším cílem je poukázat na důležitost a přínos zkoumání intuitivních představ žáků – prekonceptů, které hraje významnou roli při vytváření příslušných kompetencí vymezených v Rámcových vzdělávacích programech. Prekoncepte žáků pokládáme za možný zdroj učebních obtíží v poznávacích procesech žáka. Rovněž lze tyto intuitivní představy vnímat jako nástroje aktivního procesu učení konstruktivisticky pojeté výuky, které jsou potřebné k rekonstrukci obsahové struktury.

Vlastní část disertace je zaměřena na výsledky výzkumu prekonceptů žáků pátých tříd základní školy. Výzkum proběhl v několika dílčích etapách ve vybraných základních školách v ČR. Na základě těchto získaných výsledků bylo provedeno celkové vyhodnocení výzkumu a formulovány závěry. Dále je vyhodnocen navazující výzkum prekonceptů u vybraného vzorku studentů střední a vysoké školy. Tímto navazujícím výzkumem bylo zjišťováno, zda dochází ke změně kognitivní dimenze prekonceptů v průběhu školní docházky.

Závěrečná část disertační práce se týká návrhu didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů, jehož podstatou je propojení obsahově blízkých vzdělávacích oblastí v jeden celek a vytvoření modulárního přístupu v integrované výuce přírodovědných předmětů. Tyto vytvořené moduly jsou logickým propojením izolovaných informací z různých částí přírodovědného učiva ve smysluplné celky. Konstrukce modulů respektuje a zahrnuje pojmy, které se jeví jako nejvíce problematické dle zpracovaného výzkumu a jsou rovněž předmětem výuky v kurikulu přírodovědných předmětů na základní škole. Takto vytvořené interdisciplinární pojetí je cestou k dosažení vysoké úrovně přírodovědné gramotnosti žáků a pochopení role přírodních věd prostřednictvím konkretizace navrženého didaktického systému integrované výuky do školní praxe.

Klíčová slova	konstruktivismus, mezipředmětové vztahy, integrovaná výuka, prekoncept, přírodovědné pojmy, modul
Počet stran	179
Počet příloh	4
Jazyk	Český

Bibliographical identification:

Autor's first name and surname	Mgr. Veronika Kainzová
Title	Pre-concepts in Science Education and Their Application in Integrated Conception of Teaching
Type of thesis	Dissertation
Department	Department of Experimental Physics
Supervisor	RNDr. Renata Holubová CSc.
The year of presentation	2012

Abstract

The dissertation thesis focuses on the innovative approaches and the application of current pedagogical theories in science education with the aim of increasing its quality as well as attractiveness for the students. The objective of the thesis is to point out that it is important and useful to research intuitive students' conceptions – pre-concepts as it plays a significant role in formulating particular competencies defined by the Framework educational programmes. Students' pre-concepts may cause learning difficulties in the students' cognitive processes. These intuitive conceptions may also be perceived as the tools of the active process of learning in the constructivist education which are necessary for reconstructing the contents structure.

The dissertation deals with the research of pre-concepts of the 5th grade primary school students. The research was conducted in several stages in the selected primary schools in the Czech Republic. Based on the research results, the overall assessment of the research was completed followed up by formulating the conclusions. Next, the thesis presents the assessment of the pre-concepts research among the selected sample of secondary school and university students. The aim of the follow-up research was to find out whether the cognitive dimension of pre-concepts is changing in the course of school attendance.

The final part of the thesis proposes a didactic system of the integrated conception of science education, the principle of which is to interconnect those areas of education which are closely related through their contents; and further to create a modular approach to the integrated conception of science education. These modules represent a logical integration of isolated information from different areas of science education into meaningful units. The construction of the modules respects and covers such concepts which are, according to the research, regarded as the most difficult and are subject to science education at primary schools. Such interdisciplinary conception of science education is a way how to reach a high level of students' science literacy and to understand the role of natural science through the application of the proposed didactic system of integrated education into practice.

Keywords	constructivism, interdisciplinary relations, integrated education, pre-concept, science conceptions, module
Number of pages	179
Number of appendices	4
Language	Czech

Obsah

1 Úvod	6
2 Základní teoretická východiska problematiky.....	10
2.1 Konstruktivistické teorie ve výuce přírodovědných předmětů	12
2.2 Piaget a konstruktivismus	15
2.3 Konstrukce znalostí, poznávací schéma, konstruktivistická abstrakce	17
2.4 Současný stav aplikace konstruktivistických teorií ve výuce	20
3 Integrace přírodovědných poznatků.....	23
3.1 Vymezení základních pojmů	23
3.2 Pohledy příznivců a oponentů jednotnosti přírodovědných poznatků	25
3.3 Integrační snahy v přírodovědném vzdělávání v zahraničí	27
3.4 Integrační snahy v přírodovědném vzdělávání v české škole	30
4 Teoretická východiska výzkumu prekonceptů.....	34
4.1 Vymezení relevantních pojmů	34
4.2 Původ dětských pojetí	39
4.3 Pedagogické postupy pro práci s prekoncepty	40
4.4 Další strategie k ovlivňování miskonceptů a efektivnímu procesu osvojení vědeckých konceptů	46
4.5 Úrovně zpracování informací	49
4.6 Současný stav výzkumu prekonceptů	51
4.6.1 Práce a výzkum českých autorů.....	51
4.6.2 Práce a výzkum zahraničních autorů	55
5 Vymezení projektu výzkumu prekonceptů	58
5.1 Metody sběru dat	60
5.2 Popis nástrojů pro statistické zpracování dat výzkumu	61
5.3 Kontingenční tabulky – test nezávislosti	64
6 Výzkum prekonceptů	67
6.1 Předvýzkum	67
6.2 Etapy výzkumu, souhrnné vyhodnocení	77
6.3 Statistické šetření prekonceptů u žáků základní školy a studentů střední a vysoké školy	112
6.4 Využití hlasovacího zařízení při testování prekonceptů	120
6.5 Shrnutí	122
7 Vzdělávací moduly v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání.....	128
7.1 Modul 1 - Příroda a poznávání	132
7.2 Modul 2 - Energie a pohyb	136
7.3 Modul 3 - Energie a látka	143
7.4 Modul 4 - Interakce látek	146
7.5 Modul 5 - Vlnění, zvuk a světlo	149
7.6 Modul 6 - Elektrická energie a její transfer	153
7.7 Modul 7 - Zdroje energie	157
7.8 Modul 8 - Vývoj v přírodě a vesmíru	160
8 Závěr	166
Seznam použitých pramenů	171
Přílohy	180

1 Úvod

Přírodovědné vzdělávání, zejména fyzika či chemie nepatří k populárním předmětům nejen v České republice, ale také v mnoha jiných edukačně vyspělých zemích. Z výzkumu projektu „The relevance of Science Education“ (Sjøberg, 2009) plyne, že přírodovědné předměty jsou mnoha žáky vnímány jako složité a vzdálené. Často se lze i z praxe dozvědět, že žáci se učí fyziku či chemii pouze proto, že chtějí mít dobré známky a podle svého názoru ji nebudou potřebovat v životě ani v budoucím povolání. Fyzika je žáky spojována spíše s pojmy teorie, vzorec, škola a povinnost než s pojmy věda, příroda a svět. Rovněž jsou přírodovědné předměty (zejména fyzika a chemie) vnímány jako předměty určené spíše chlapcům. Jsou zde tedy patrné i značné genderové rozdíly. Velmi malé procento žáků často souhlasí s tím, že by se fyziku či chemii učili proto, že je baví. I přes tyto četné negativní postoje, dosahují čeští žáci a studenti v mezinárodních srovnávaních v přírodních vědách dlouhodobě nadprůměrné výsledky (Dvořák, 2008). Důvody negativních přístupů ke vzdělávání v oblasti přírodních věd je možno hledat v osobních postojích žáka, rodinném zázemí, celospolečenských postojích i mediálních prostředcích. Jednou z mnoha příčin může rovněž být v případě velké části vzdělávané populace, nedostatečné pochopení přírodovědných konceptů. Tyto skutečnosti plynou zejména z koncepce a celkové účinnosti přírodovědného vzdělávání, které často neodpovídá rozvoji vědy a techniky a ani požadavkům a problémům, se kterými se žáci a studenti setkávají v běžném životě. Nové moderní prvky se do výkladu jednotlivých vědních oborů dostávají aditivním způsobem, který nerespektuje nejen jejich vzájemné vztahy, ale ani vazby těchto prvků k dřívějším poznatkům. Vzhledem k tomu, že počet nových poznatků roste exponenciálně, lze konstatovat, že vzdělávací obsah většinou tento trend ani nemůže respektovat a často ani nezdůrazňuje vzájemné souvislosti a význam nových poznatků z hlediska moderního rozvoje daného vědního oboru. Současný způsob vyučování je stále z velké části založen na tom, že základy lidského poznání jsou žákům a studentům předkládány odděleně. Zvláště se vyučuje matematice, fyzice, biologii i chemii. V průběhu let se tato koncepce příliš nemění. Ke konci dvacátého století je sice zdůrazňováno interdisciplinární propojení přírodovědných předmětů a moderních technologií. Identifikovat lze také větší zaměření na porozumění přírodě jako celku, každodenní potřebu přírodních věd v běžném životě a budování přírodovědných konceptů vzhledem k předchozím zkušenostem, ale i přes tyto inovativní přístupy si kurikulum přírodovědných

předmětů často ponechává tradiční způsob oddělené výuky jednotlivých předmětů. V souvislosti s novými principy kurikulární politiky, které formuluje Národní program rozvoje vzdělávání v ČR, se do vzdělávací soustavy zavádí nové kurikulární dokumenty, které se tvoří na státní a školní úrovni. Státní úroveň tvorby těchto dokumentů je reprezentována Národním programem vzdělávání a rámcovými vzdělávacími programy, které vymezují počáteční vzdělávání jako celek a závazné rámce pro jednotlivé etapy vzdělávání. Školní úroveň reprezentují školní vzdělávací programy, podle nichž se realizuje vzdělávání na jednotlivých školách. Každá škola tedy může nezávisle vytvářet svá kurikula, která reflektují specifika dané instituce. Tato reforma přináší prostor pro realizaci inovativních vzdělávacích postupů, které je třeba efektivně uplatnit na školské úrovni. Ne vždy škola tuto možnost jisté autonomie dokáže využít. V souvislosti s touto problematikou a uvedenými trendy kurikulární reformy bylo voleno i téma předkládané disertační práce. Považovali jsme za vhodné zaměřit se na inovativní přístupy a aplikaci současných pedagogických teorií do oblasti přírodovědného vzdělávání a dosáhnout tak zvýšení nejen jeho kvality, ale i atraktivity vzhledem k žákům. Tyto inovativní přístupy se nemohou obejít bez současného zohlednění individuálních charakteristik každého žáka, které reprezentují žákovská pojetí určitých přírodovědných fenoménů. Základním východiskem je tedy chápání a zohlednění vědeckých představ a představ žáků (prekonceptů), které vnímáme jako rovnocenné zdroje pro rekonstrukci obsahové struktury. Způsob uplatňování vztahů mezi pojetím žáka a vědeckou představou je rozhodujícím faktorem v konstruktivisticky orientovaném přístupu. Učitel zde figuruje jako průvodce světem informací, který vede žáky a využívá interaktivních postupů k dosažení vzdělávacích cílů. Žáci jsou vnímáni jako myslící jedinci s intuitivními představami o světě. Tyto představy jsou rovněž součástí procesu učení i v případě, že jsou chybné. Žáci v tomto pojetí vyučování vystupují jako aktivní tvůrci vědomostí. Získávání poznatků z příslušného přírodovědného předmětu je ovlivňované jak prekoncepty, se kterými žáci přicházejí do výuky, tak jejich sociálními a materiálními podmínkami, v jejichž kontextu se výuka realizuje. Ve školní praxi se setkáváme zejména s instruktivistickým přístupem k výuce, který je charakterizován dominantním postavením učitele a receptivní pasivitou žáků. Forma, pomocí níž jsou vědecké poznatky získávány, vylučuje jejich pozdější aplikaci a využití. V důsledku toho žáci neumí své abstraktní poznatky aplikovat na reálnou situaci, protože nedovedou rozpoznat jejich vztah ke skutečnosti. V konstruktivisticky pojaté výuce je učení vnímáno jako aktivní proces, který se uskutečňuje v mnohadimenzionálních vztazích. Snahou učitele musí být vytváření

komunikativního prostředí, které aktivně podporuje kreativitu a obsahuje nové a zajímavé podněty. Umění učitele spočívá v tom, že předvídá řetězec návazností mezi původní konstrukcí skutečnosti u žáka a vědeckými poznatky, které žák pojímá jako stav očekávaného rozporu a překonává je cestou pokusů a omylů. Vyučovací proces je tedy chápán jako konstrukce, kde učící se jedinci jsou jeho spolutvůrci. Tento proces rovněž zdůrazňuje vzájemnou provázanost jednotlivých přírodovědných oblastí napříč předměty. Vycházíme tedy z interdisciplinárního pojetí vědy a z předpokladu, že čistě biologické, fyzikální nebo chemické děje neexistují. Postupně tak v procesu výuky dochází k utváření logických struktur znalostí a v myšlení žáků k přirozené konstrukci pojmů. Takto pojaté vyučování přírodovědných předmětů je charakterizováno integrací cílů, obsahu, hodnocení, výsledků a netradičních projektů s místem pro spolupráci, konfrontaci, pozorování, které směřují k zvýraznění úlohy přírodovědného vzdělávání v novém tisíciletí.

Předkládaná disertační práce je obsahově rozdělena do následujících částí.

Úvodní teoretická část práce popisuje konstruktivistický přístup v integraci přírodovědného vzdělávání, jeho srovnání s čistě instruktivistickým přístupem k výuce ve školách, který je charakterizován dominantním postavením učitele a receptivní pasivitou žáků.

V další části jsou zmapovány integrační snahy v přírodovědném vzdělávání v zahraničí, včetně projektů orientovaných na integrovanou přírodovědu. Dále jsou zdůrazněny integrační snahy v české škole a diskutovány jsou také základní tendence v integrované výuce s projevem reformních snah v podobě integrujících prvků.

Vlastní část disertace je zaměřena na výsledky výzkumu prekonceptů žáků pátých tříd základní školy. Výzkum proběhl v několika dílčích etapách ve vybraných základních školách v ČR. Předvýzkum se uskutečnil v průběhu roku 2005 v Olomouci (ZŠ Holečkova, ZŠ Hálkova – škola s rozšířenou výukou cizích jazyků). Na základě provedeného předvýzkumu proběhla na vybraných základních školách v ČR první etapa šetření. Po provedení analýzy předvýzkumu a získaných zkušeností byl test upraven do finální podoby. Na základě těchto získaných výsledků je v této části disertace provedeno celkové vyhodnocení výzkumu a formulovány závěry. Dále je vyhodnocen navazující výzkum prekonceptů u vybraného vzorku studentů střední školy (Střední odborná škola Olomouc) a vysokých škol (Přírodovědecká fakulta – Univerzita Palackého Olomouc, Moravská vysoká škola Olomouc).

V závěrečné části disertační práce jsou vypracovány vybrané moduly v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, které jsou logickým propojením izolovaných informací z různých částí učiva ve smysluplné celky. Takto vytvořené vzdělávací moduly vychází z kognitivní náplně jednotlivých přírodovědných předmětů různých ročníků základní školy a tvoří tak didaktický systém integrované výuky. Vzdělávací moduly jsou zaměřeny na pojmy, které se jeví jako nejvíce problematické dle zpracovaného výzkumu a jsou rovněž předmětem výuky v kurikulu přírodovědných předmětů na základní škole. Žáci se s nimi také setkávají v běžném životě. Každý modul má rovněž definován vzdělávací obsah, cíle, náměty na úkoly a experimenty, kritéria pro výsledky a jejich hodnocení. V závěru práce jsou diskutovány dosažené výsledky.

Cílem předkládané disertační práce je poukázat na důležitost a přínos zkoumání dětských pojetí přírodovědných fenoménů, které hraje významnou roli při vytváření příslušných kompetencí vymezených v rámcových vzdělávacích programech. V reálné školní praxi znalost úrovně a způsobů vytváření intuitivních představ na daném stupni umožní vytvořit ucelený systém přírodovědného vzdělávání na patřičné vědecké úrovni. Intuitivní představy je třeba v tomto ohledu chápat jako východisko pro konstrukci nových systémů vědeckých fyzikálních poznatků. Pokud budou učitelé schopni odhalit nejzávažnější miskoncepty, budou moci diferencovaně přistupovat k vytváření obsahových standardů školních vzdělávacích programů v oblasti přírodních věd, které logicky propojí kognitivní náplň blízkých vzdělávacích oblastí v jeden celek. Smyslem přírodovědného vzdělávání tak bude zejména porozumění přírodě z komplexního hlediska a zaměření se na potřebu přírodních věd v každodenním životě.

2 Základní teoretická východiska problematiky

Jedním z hlavních cílů kurikulární politiky předškolního, základního a středního vzdělávání Národního programu rozvoje vzdělávání v ČR je mimo jiné i nové pojetí kurikula. Především důraz na klíčové kompetence, posílení integrace výuky a mezipředmětových vztahů, uplatnění nových témat atd. Z textu „Bílé knihy“ rozvoje vzdělávání v České republice plyne, že tato zmiňovaná témata mají svůj aktuální význam. Mezi cíle tzv. nových rysů v pojetí kurikula pro předškolní, základní a střední vzdělávání patří zejména podpora rozvoje klíčových kompetencí jako nástroje přeměny encyklopedického pojetí vzdělávání a uplatnění nové formy aktivní výuky (zejména projektová výuka, různé formy mezipředmětové integrace, jako jsou mezipředmětová témata a projekty).

Problematika mezipředmětových vztahů je jedním z typických úsilí o inovaci vzdělávacích programů. Integrované pojetí přírodovědných předmětů vychází především z teorie konstruktivismu a z předpokladu, že přírodovědné poznávání je aktivní proces. Je skutečností, že ve výuce přírodovědných předmětů na školách převládá tradiční přístup, v němž sdělování poznatků učitelem v hotové podobě hraje rozhodující roli, aktivita žáků je minimální a je kladen důraz na zapamatování. Učitel je zdrojem předávaných informací. Konstruktivisticky pojaté vyučování usiluje o navození určité nerovnováhy mezi tím, co již žák zná a tím, co poznává, o vyvolání problému mezi dosavadní představou a novou informací. Žáci přicházejí do vyučování s různými představami, které si na základě vlastních zkušeností vytvořili. K porozumění dojde teprve, pokud se nové informace „smísí“ s těmito představami (Piagetova adaptace). Tyto tvoří jakési „filtry“ skrze které přijímáme nebo odmítáme nové informace. Ignoruje-li učitel tyto původní představy, dojde pouze k překrytí starších vrstev poznání novými a vědění se vrší v oddělených strukturách, pod kterými zůstává původní jádro představ (Novotný, Kovalčíková, 2002). V takovém případě může student nové informace slovně reprodukovat, pokud však nezasáhnou původní strukturu, těžko dojde k porozumění a tyto informace bývají po čase zapomenuty a nevedou tak k žádoucímu procesu učení.

Jednou z podstatných příčin obtížnosti přírodovědných předmětů může být to, že výuka málo (či vůbec) reaguje na skutečnost, že žáci si do ní přinášejí řadu svých hotových představ o tom, jak se chová a funguje svět kolem nás. Tyto hotové představy se obvykle nazývají "naivní teorie dítěte" (angl. naive theories, spontaneous reasoning, prior

conceptions). Za vhodnější lze považovat termín: žákovské prekoncepty (prekoncepte) učiva. Člověk si takové intuitivní představy vytváří od raného dětství, na základě bezprostředního vnímání okolního světa a aktivního styku s ním. Výzkumy ukazují, že tyto představy jsou často v rozporu s vědeckými poznatky, jsou také velmi trvalé a pro mnohé žáky tvoří vážnou bariéru, přes niž se při učení těžko dostávají. Mohou také pocházet z různých neformálních zdrojů, včetně vlastních pozorování. Některé mylné představy přetrvávají až do dospělosti. Studie zveřejněná na Harvard-Smithsonian Center for Astrophysics z roku 1987 ukázala, že většina náhodně vybraných absolventů Harvard University, nemohlo podat správné vysvětlení buď pro změnu ročních období, nebo pro změnu fází Měsíce. Jedním z chybných vysvětlení bylo, že Země má výraznější výkyvy, které ovlivňují eliptickou dráhu – blíže ke Slunci je Země během léta a dál od Slunce v zimě. Studie také ukázala, že tyto pevné prekoncepte je obtížné vymýtit, a to i poté, co učitelé poskytují správné vysvětlení. Učitelé, kteří znají jednotlivé miskoncepte a vědí, že studenti přinášejí do výuky tyto chybné představy, mohou lépe soustředit své hodiny. Kromě toho musí být učitelé připraveni na řešení takových situací, kdy studenti mají zakořeněné intuitivní představy uvnitř různých oblastí v rámci integrace přírodních věd.

Většina chybných intuitivních představ – miskonceptů v přírodovědném vzdělávání vzniká tehdy, když se procesy samy o sobě, oddělují od základních konceptů vědy. Aby se žáci či studenti naučili jak se "dělá" věda, musí pochopit roli pozorování, představivosti a myšlení. Autoři Donovan a Bransford zdůrazňují, že odborníci v oboru, získávají a udržují nové poznatky jinak než žáci a studenti. Odborníci přidávají znalosti do svých stávajících koncepčních rámců "velkých myšlenek", které umožňují získání nových znalostí nebo skutečností jednodušším způsobem a zefektivňují tak využití vědomostí. Studenti rovněž musí mít hluboké základy faktických znalostí s cílem korektně vybudovat celkový koncepční rámec (Donovan, Bransford, 2005).

V souvislosti s efektivitou učebního procesu jsou často zmiňovány tzv. metakognitivní strategie, které patří mezi nepřímé strategie učení. Z definice v Pedagogickém slovníku plyne, že metakognice je způsobilost člověka plánovat, monitorovat, vyhodnocovat postupy, jichž sám používá, když se učí a poznává. Jde o činnost vědomou, která vede člověka k poznání "jak sám postupuji, když poznávám svět" (Průcha, 2003, s. 122). Jak uvádí K. Vlčková ve své práci: „metakognitivní strategie, nazývané také reflexní hodnocení, umožňují žáku kontrolovat jeho vlastní znalosti (kognici), tj. koordinovat učení prostřednictvím použití různých funkcí jako jsou zaměření učení na cíl, přípravu, plánování a evaluace učení. Zahrnují oblast autoregulace učení, sebezpozorování,

sebereflexe, sebepoznání atd.“ (Vlčková, 2006, s. 30). Vytváření různých aktivit pro každé téma a v každé úrovni reflexivního myšlení jsou základem pro úspěšnou výuku. Dovolují konstruovat učícímu se vlastní vědomosti. Pro podporu učení jsou vhodné některé výukové strategie a techniky, k nimž náleží zejména: diskuse, kooperativní učení, brainstorming, hraní rolí, dotazování a další, které zpřístupní studentům různé pohledy na dané téma (Nezvalová, 2000). Autoři Donovan a Bransford rovněž výzkumem potvrdili skutečnost, že když studenti získají reflexní rámec pro jejich myšlení, dojde k významným pokrokům v jejich učení (Donovan, Bransford, 2005).

2.1 Konstruktivistické teorie ve výuce přírodovědných předmětů

V Pedagogickém slovníku je konstruktivismus definován jako „široký proud teorií ve vědách o chování a sociálních vědách, zdůrazňující jak aktivní úlohu subjektu a význam jeho vnitřních předpokladů v pedagogických a psychologických procesech, tak důležitost jeho interakce s prostředím a společností“ (Průcha, Walterová, Mareš, 2003, s. 105). Konstruktivistický přístup vychází tedy z toho, že učící se jedinec nevstřebává a neosvojuje si nové poznatky pasivním způsobem. Nové informace se aktivně zařazují do prozatímního poznatkového systému. Vše co se člověk učí je zasazeno do kontextu toho, co už předem ví. Poznání se tedy konstruuje v mysli každého jedince individuálně na základě poznatkové struktury, která již existuje. Celý proces zároveň probíhá v interakci s okolním prostředím.

Současným trendem naší výuky stále zůstává transmisivní způsob výuky, kde je učitel hlavní autoritou a představuje roli „předavatele“ informace. Žák je považován za pasivního příjemce. Učitel vyučuje celou třídu stejným způsobem, většinou frontálně a žáci pracují převážně individuálně. Učitel předkládá nové poznatky prostřednictvím učebnic, charakteristické je tedy jeho dominantní postavení ve třídě. Hodnocení je zcela v kompetenci učitele a spočívá v porovnávání úspěšnosti žáka s ostatními spolužáky a v hodnocení úrovně dosažených cílů jednotlivými žáky. Minimální zřetel je také věnován individualizaci procesu výuky, ačkoliv přírodovědná výuka umožňuje velmi dobře aplikovat celou škálu různých metod, respektujících individuální charakteristiky jednotlivých žáků, jako jsou prekoncepty pojmů (Bílek, 2006).

Efektivní přírodovědná výuka by měla odrážet zejména metody založené na vlastním pozorování, experimentování, měření, týmové spolupráci, kritickém myšlení, aktivním

přístupu, vizualizaci, modelování atp. Tyto metody a postupy zahrnuje konstruktivistický způsob výuky, který poukazuje především na to, že žáci si sami budují nové poznatky, které jsou nástrojem k porozumění sobě i okolnímu světu, učitelé jsou partnery podporující učení a nabízející práci s mnoha zdroji informací. Učitel zde nevystupuje jako „majitel poznání“, ale spíše jako koordinátor, který uspořádává společné aktivity žáků, dává prostor sdílení poznatků a spolupráci, podporuje učební procesy a vyhledává skrytý potenciál žáka. Konstruktivistický způsob výuky umožňuje žákům prostor k seberealizaci, rozvíjí myšlení a osobnost každého žáka, schopnost spolupracovat ve skupině na základě zkušeností a prožitků, které jsou součástí konstrukčního procesu.

Termín konstruktivismus je používán v různých oborech a mnoha různých významech. Pokud se podíváme na tento termín v zahraničních encyklopediích, dostaneme různorodé výsledky. V Encyclopedii Britannica (2006, DVD verze) je konstruktivismus diskutován v 29 článcích. Většina z nich, včetně článku s názvem konstruktivismus, se týkají ruského uměleckého hnutí. Podobně, encyklopedie Encarta (2006, DVD verze) nabízí 30 záznamů, žádný z nich se přímo nevztahuje ke vzdělávání. Vyhledávání na Internetu poskytuje poněkud odlišné výsledky. Běžně používané vyhledávače nabízí přibližně 2,7 milionů odkazů na téma konstruktivismus. Velká část z nich je publikovaná v oblasti vzdělávání a výuky. Omezíme-li hledání přidáním slov "vzdělávání" nebo "učení" (nebo obojí), dostáváme více než milion odkazů. Dokonce i Google Scholar, který hledá převážně v akademické literatuře, nabízí desítky tisíc odkazů pro toto vyhledávání. Je třeba vzít v úvahu, že i v oblasti vzdělávání existuje několik druhů konstruktivismu. Jde například o individuální a kognitivní konstruktivismus (často s odkazem na J. Piageta), sociální konstruktivismus (často s odkazem na L. Vygotskeho), naivní konstruktivismus s odkazem především na některé výklady z J. Piageta, radikální konstruktivismus, používaný E. Glasersfeldem (Glasersfeld, 1997). Dále například personální, vývojový, postmoderní konstruktivismus, informačně-procesní, kybernetický konstruktivismus se dostávají do popředí podle svého předmětu zájmu. E. Glasersfeld k tomu poznamenává, že existuje tolik různých variací konstruktivismu, kolik existuje vědců zabývajících se tímto problémem. Mnoho z výše uvedených názvů se rovněž používá v nových kombinacích (Glasersfeld, 1997).

V této části práce se zabýváme konstruktivismem jako teorií učení. Důležitá je otázka, jak lidé konstruují znalosti, a co je skutečně konstruováno. Jsou to naše osobní poznatky o světě či žáci konstruují jejich vlastní znalosti? Z pohledu společenského je konstruováno vědecké poznání? Nebo je svět společensky konstruován? Je třeba rozlišovat růst, vývoj

a stav vědeckých poznatků o světě. První z těchto otázek je problém psychologie a vzdělávání nebo teorie učení, přičemž poslední dvě jsou součástí filozofie a epistemologie a částečně je otázka společenské konstrukce řešena v sociologii. Analyticky je důležité řešit tyto otázky odděleně. Člověk může být například silný zastánce konstruktivistické teorie učení, a současně odmítnout další dva postoje, zejména poslední. Tento typ konstruktivismu je kritizován za to, že jde o subjektivistický a relativistický postmoderní útok na racionalitu vědy (Boghossian, 2007), jde o postoj, který je v rozporu s teorií Piageta a Vygotského. Jednou z knih, které se zabývají touto problematikou je titul *Teaching Constructivist Science* (Bentley, Ebert, Ebert, 2007). Kniha je věnována konstruktivistickým metodám výuky s přihlédnutím k sociologickému a filozofickému pohledu na konstrukci vědy.

Klíčové myšlenky teorie konstruktivismu z oblasti pedagogických a sociálních věd ve většině odborných publikací zdůrazňují, na základě Taberovy analýzy (Taber, 2006), podobné aspekty:

- Znalosti jsou aktivně budovány žáky a studenty, nikoli pasivně získané. Vzdělávání je proces, který aktivně provádí sám student, a ne něco, co je v něm uloženo.
- Studenti přicházejí do výuky se stávajícími představami o mnoha jevech. Některé z těchto představ jsou nestabilní, jiné jsou hluboce zakořeněné do podvědomí.
- Studenti mají své vlastní individuální představy o světě, lze v nich ale nalézt i podobnosti a společné vzory. Některé z těchto myšlenek jsou obecně sociálně a kulturně přijímané a sdílené, a jsou součástí jazyka (metafory atd). Také často fungují jako nástroj k pochopení mnoha jevů.
- Tyto myšlenky jsou často v rozporu s uznávanými vědeckými názory. Některé z nich mohou být trvalé a těžko měnitelné.
- Znalosti jsou zastoupeny v mozku jako konceptuální struktury, je tedy možné je modelovat a utvářet.
- Ve výuce je třeba brát individuální představy studentů a žáků vážně, pokud chceme, aby probíhala s žádoucím efektem.
- I když znalosti jsou v jistém smyslu osobní a individuální, studenti si je budují při interakci s fyzickým světem, spoluprací se sociálním, kulturním a jazykovým prostředím.
- Důraz ve výuce je kladen na reflexivní myšlení. Základním cílem je schopnost řešit relevantní úlohy různými účelnými a efektivními způsoby.

- Výuka se soustředí na autentické aktivity umožňující studentům spolupráci při objasňování a hodnocení myšlenek. Poskytuje zkušenosti podporované komunikací a reálnými příklady.

2.2 Piaget a konstruktivismus

Velká část hlavních myšlenek konstruktivismu pochází zhruba z poloviny 20. století. Jedním z velkých vědců a zakladatelů tohoto směru je bezesporu švýcarský filozof, přírodovědec a vývojový psycholog J. Piaget (1896 – 1980), dobře známý pro své studium dětí a teorii kognitivního vývoje. Jak říká filozof E. Glaserfeld, J. Piaget je také „velkým průkopníkem konstruktivistické teorie znalostí (Glaserfeld, 1997). Z jeho prací vychází např. J. D. Novak, A. Giordan a D. Larochelle, A. Garanderie, M. Gredler, G. Bachelard, J. van der Brink a další (Bertrand, 1998). Většina z jeho příkladů intelektuálního vývoje pochází z pozorování a klinických rozhovorů s dětmi. Piagetovo využití příkladů z fyziky a techniky, jakož i jeho myšlenka formulovat obecné teorie matematickým způsobem vysvětluje, proč tato teorie tak výrazně ovlivnila pedagogy z oblasti přírodních věd. Jak je zřejmé, Jean Piaget reprezentoval hned několik vědních disciplín. Nicméně oblast, kde má největší vliv, je oblast vzdělávání. Piagetův základní výzkumný problém zůstal stejný po celou dobu jeho akademické kariéry. Šlo o epistemologickou a filozofickou otázku, co je podstatou poznání? Jak se konstruuje a rozvíjí? Podstata znalostí by podle Piageta, měla být studována empiricky, tak jak je postavena a jak se vytváří. To lze provést buď přes historický vývoj znalostí, jak se vyskytuje např. v přírodních vědách (zejména fyzice a matematice), nebo lze tento problém studovat v rámci růstu a vývoje jedince. Můžeme tedy říci, že cílem Piagetova studia vývoje dětí bylo, empiricky získat přístup k jeho epistemologickým výzkumným otázkám, které se týkají rozšiřování znalostí a rozvoje logické myšlení.

Piaget dával smysl pojmu konstruktivismus dlouho předtím, než byl používán vědci v jiných oblastech, jako např. psychologem G. Kellym v "Teorii personálního konstruktivismu" (Kelly, 1955) a sociology P. Bergerem a T. Luckmannem "Sociální konstrukce reality" (Berger, Luckmann, 1967). Ve své poslední publikaci, shrnuje svůj celoživotní výzkum, jehož úkolem bylo:

- Zjistit, co jsme nazvali konstruktivistickou teorií poznání a zároveň vyvrátit empiristické a nativistické teorie.

- Zásadním problémem teorie poznání je: Jak se nové poznatky konstruuji? Je to jak empirismus tvrdí, vždy z pozorování reality nebo jde o vrozený proces v lidské mysli? Dokonce i dřívější práce jasně ukázaly nedostatky jak empiristické, tak preformistické teorie – vývoj je předurčen dědičnými vlohami (Piaget, 1999). V tomto prohlášení Piaget odmítá empiristické a behavioristické přístupy, že znalosti pocházejí přímo ze smyslových zážitků. Také odmítá racionalistické nebo preformistické pohledy, že poznání je vrozené a vytváří se více či méně biologicky, jak člověk roste a dospívá. Celý výzkum poukazuje na to, jak jsou tyto pohledy nedostatečné.

Piaget vyvinul svou teorii na základě poznatků z biologie, např. používal proces adaptace, který se skládá z asimilace a akomodace. Další Piagetovské pojmy jako např. autoregulace také ukazují na základní myšlenku, že i vývoj inteligence a myšlení je třeba chápat jako biologickou adaptaci jedince na okolní svět. Jak již bylo řečeno, Piagetovým hlavním zájmem nebylo vzdělávání a výuka (Solomon, 1994). Přesto jeho teorie byly pravděpodobně více využívány ve vzdělávání, zejména v oblasti přírodních věd a matematiky, než v ostatních oblastech.

Z teoretického pohledu lze identifikovat dva stěžejní směry pedagogického konstruktivismu, které vycházejí jednak z prací J. Piageta (1999), B. Inhelderové (Piaget, Inhelderová, 1997), L. Vygotského (2004) a jednak z kritiky pozitivistické filozofie a hledání jejich alternativ v současné psychologii (Bačová, 2009). Zde je však nutné zmínit, že Vygotskij sice vychází z Piageta, ale posléze je k jeho teoriím velmi kritický a dostává se spíše k sociálně kognitivnímu paradigmatu, kam ho řadí i Y. Bertrand (1998). Hlavními směry pedagogického konstruktivismu jsou tedy radikální individuální konstruktivismus a postmoderní sociální konstruktivismus. Přes rozdílnost svých cílů a akcentů se obě koncepce shodují ve svém paradigmatu. Jedná se o koncepce úzce spojené s problematikou dětských pojetí a také o koncepce, jejichž myšlenky stále výrazněji ovlivňují pedagogické koncepce školství v ČR (Škoda, 2005).

Poznávání není v rámci radikálního individuálního konstruktivismu pojímáno jako reprezentace vnějšího světa, ale jako nepřetržité utváření určitého světa vnitřního. Určujícím elementem pochopení reality se stává osobnost pozorovatele, který svou poznávací činností sám tuto realitu vytváří. Zatímco radikální konstruktivismus je zaměřen především na intrapsychické procesy, tak sociální konstruktivismus sleduje zejména procesy interpsychické, i když procesy intrapsychické neopomíjí (Škoda, 2005). Vygotskij zdůrazňuje, že poznání je sociálně zprostředkované, protože člověk uchopuje svět již

v hotových kognitivních kategoriích, které mu poskytuje kultura. Na rozdíl od Piageta, který věřil, že kognitivní struktury se mohou vyvíjet jedině zráním dítěte a individuální interakcí se světem, byl Vygotskij přesvědčen o důležitosti sociálních interakcí a jazyka jako hlavních vlivů na vývoj chápání u dětí. Sociální konstruktivismus je svědkem jakési dialektické tenze mezi učitelovým působením (vyučování) a žakovým objevováním (učení). Vygotskij nesouhlasil s Piagetovým chápáním připravenosti a tvrdili, že učitel by měl aktivně zasahovat, aby dítěti pomohl rozvíjet porozumění. Učitel v tomto smyslu poskytuje „nástroje“, které dítě potřebuje, aby se kognitivně vyvíjelo. Obojí, jak individuální, tak sociální aspekty učení mohou při vzájemné interakci vyústit ve „vzájemný spirálovitý vztah“ (Hrbáčková, 2006). Podrobně jsou oba směry konfrontovány v práci J. Doulíka „Dětská pojetí vybraných fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání na základní škole“ (Doulík, 2004).

2.3 Konstrukce znalostí, poznávací schéma, konstruktivistická abstrakce

Konstrukci znalostí nebo poznání chápeme v tomto smyslu jako výsledek poznávacích operací žáka. Těmito procesy konstruování znalostí se zabývají specifické výklady kognitivního vývoje a učení. Piaget chápe jako fundament poznávání tzv. schéma. Podle něj je schéma „teorií“ dítěte o tom, jak funguje svět okolo něj. Schéma zahrnuje představy, znalosti a zkušenosti dítěte a vzniká jeho aktivní činností, manipulací s předměty nebo jejich modely. Touto činností dítě vlastně zkoumá, jak co ve světě funguje. Dítě tím, jak postupně poznává svět, si vytváří různě dokonalá poznávací schémata. Tato schémata však nejsou statickými tvary, nýbrž se mění v závislosti na věku, dispozicích a nových zkušenostech dítěte. V procesu poznávání se dítě opírá o již vytvořená schémata, do nichž vstupují jeho nové zkušenosti z experimentace s novými předměty. Dítě takto poznává nejenom nové objekty, ale i vztahy mezi nimi. Tím se přizpůsobuje požadavkům vnějšího prostředí, adaptuje se na nové podmínky a podněty (Švec, 2006).

V mysli žáka dochází ke střetu nových objektů s jeho současnými poznávacími schémata. Tento střet resp. adaptace je charakterizována protichůdnými a současně se doplňujícími ději, které Piaget nazval asimilace a akomodace. V rámci asimilace jsou nově vnímané a pozorované objekty upravovány v souvislosti s již dříve získanými a osvojenými poznatky v existujícím schématu a dochází tak k zastrukturování

do poznávacích schémat žáka. Tím se původní schémata mění, a to nejenom kvantitativně, tj. začleňováním nových objektů a vztahů do původních schémat, ale i kvalitativně což znamená, že stávající schéma dítě aktivně přepracovává pod vlivem nových podmínek činnosti – nastupuje proces akomodace (Piaget, 1999). Tento popsaný proces asimilace a akomodace nových objektů často nemusí mít takto jednoduchý průběh. Pokud se nově získané poznatky odlišují od individuálního poznávacího schématu žáka, může nastat poznatkový konflikt. Učitel v rámci výuky často cíleně vyvolává poznatkový konflikt jako jednu ze strategií vedoucí k odhalení miskoncepce a k efektivnímu procesu osvojení vědeckých konceptů (viz kapitola 4).

V procesu poznávání se dítě učí novým poznatkům. Můžeme proto také říci, že učení je specifickým poznávacím procesem. Poznávání však nespočívá v tom, že žák nové poznatky přiřazuje ke svým dosavadním poznatkům, nýbrž nové poznatky žák vytváří přetvářením svých poznávacích schémat. Učí se objevováním, odkrýváním nových vztahů mezi poznatky. To není jistě zcela nová myšlenka. Objevuje se i v jiných koncepcích učení a poznávání. Například Ausubelova teorie smysluplného učení také staví na tom, že žák v poznávacím procesu začleňuje nové zkušenosti a poznatky do již existujících poznávacích schémat. Při tom přepracovává své stávající schémata, vytváří nové hierarchické vztahy mezi poznatky a tak je integruje do nových celků (Held, Pupala, 1995). Je zřejmé, že poznávací schémata dětí se vyvíjejí, a to významně také vlivem školního vyučování. Aby k tomuto rozvoji docházelo, měl by učitel identifikovat poznávací schémata žáků, které se vztahují k určitému učivu. Fenoménu žakovských poznávacích schémat spojených s osvojováním učiva se v pedagogické psychologii a konstruktivistické pedagogice často věnuje pozornost (Švec, 2006).

S pojmem poznávací (poznatková) struktura se setkáváme v rámci kognitivních věd, zejména v pedagogické psychologii a didaktice. Poznatkové struktury jsou tedy důležitým prvkem konstrukce poznání. Lze říci, že pojmovou bázi teorie popisující konstrukci znalostí, tvoří tyto klíčové pojmy: poznávací schéma, poznávací struktura a poznatková struktura.

Poznávací schéma, jak již bylo uvedeno, má význam v subjektivní teorii poznání. Obsahuje již dříve osvojené poznatky a zkušenosti žáka. Poznávací struktura se vztahuje k činnostem, které subjekt uskutečňuje v nové situaci. Podle Piageta má struktura jednak formu a jednak obsah. Forma vyjadřuje organizaci strukturních prvků (konceptů, znalostí apod.). Obsah vyjadřuje povahu těchto strukturních prvků. Piaget ukazuje, že různé obsahové oblasti mohou mít tutéž formu (Piaget, 1999). Např. struktura, která vyjadřuje

operaci inkluze, může zahrnovat různé obsahy, ať již např. v biologii („pankreas je orgán...“), matematice („čtverec je rovnoběžník...“) nebo v sociálních vědách („republika je forma vlády...“) (Švec, 2006).

Je zřejmé, že konkrétní poznatkové struktury jsou výsledkem modifikace obecnějších poznávacích struktur. Poznatková struktura je tedy pokládána za celek tvořený dílčími poznatky s konkrétním obsahem. Jak uvádí J. Švec, tyto prvky jsou závislé na celku, jsou podřízeny principům, které strukturu charakterizují. Mezi těmito prvky existují vztahy. Ty odpovídají strukturujícím principům. Jestliže do struktury vstoupí nové poznatky, mohou měnit povahu stávajících vztahů a tedy i charakter celku. Poznatkové struktury předmětů, jimž se vyučuje ve škole a které jsou odvozeny z příslušných vědních disciplín, tvoří tedy bázi učiva (Švec, 2006).

Podstatou principu konstrukce poznatků je porozumění konceptům a pojmům, které si žáci budují postupně. Např. chápání jednoho z klíčových pojmů „číslo“ (který se týká nejen matematiky, ale i dalších předmětů) u žáka postupně narůstá. Malá čísla jako je např. 4 nebo 5 dítě podle Piageta postřehne naráz. Proto také autor uvedená malá čísla označuje jako „vjemová čísla“. Ostatní malá čísla větší než 5, které Piaget označuje názvem „elementární čísla“ již nelze odlišit jedním vjemem. Číslo tedy není vlastností předmětu na rozdíl např. od jeho barvy, velikosti a tvaru (Švec, 2006). U žáka takto dochází k abstrakci v procesu konstrukce poznatků. Jak Piaget uvádí, abstrakci lze rozlišit na tzv. empirickou a reflektující (konstruktivistickou). V rámci jednoduché (empirické) abstrakce jde o myšlenkový proces odlučující zvláštnosti a zjišťující podstatné vlastnosti a vztahy objektů (barvu, velikost, tvar). Naproti tomu je chápána konstruktivistická abstrakce jako složitější proces (např. abstrakce čísla), kdy žák musí uskutečnit navazující operaci a syntetizovat ji s operací předchozí. Jde o operaci tzv. hierarchického zahrnování (Vyskočilová, 2000). Zjednodušeně řečeno: empirická abstrakce vychází ze situace, že žák dostává pravidlo a podle něj postupuje. Například žák obdrží soubor předmětů a má je roztřídit podle barev, velikosti apod. O reflektující abstrakci se jedná tehdy, když žák pravidlo nemá a musí ho nalézt. Například když má dítě před sebou hromadu kostek a zeptáme se ho, co všechno by se dalo s těmito kostkami dělat, začne uvažovat, představovat si a zacházet s obrazy možností ve své mysli (Švec, 2006).

Problematikou abstrakce se u nás, v návaznosti na Piagetovu teorii, zabýval F. Jiránek (1997). Reflexivní abstrakci Jiránek vysvětluje v souvislosti se svou hypotézou o zadržení a oddálení. „Zadržení znamená schopnost utlumit svou materiální činnost s předměty, která je příznačná pro první stupeň abstrahování. Oddálení znamená převést její výsledky

do oblasti představ, představovat si. Zadržení bez oddálení by působilo jako negativní faktor. Oddálením od materiální roviny, ve které se s předměty přímo manipuluje, si člověk vytváří stabilnější základnu předmětů nepřítomných, ale kdykoliv zpřítomnitelných. To napomáhá dokonaleji porozumět vztahům existujícím v okolním světě.“ (Jiránek, 1997, s. 138).

2.4 Současný stav aplikace konstruktivistických teorií ve výuce

Přehled současného stavu konstruktivistických teorií ve výuce přírodovědným předmětů je přehledně zpracován v publikaci „Úvodní studie“ (Nezvalová, 2006) k projektu Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, který byl řešen na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. Jako příklad aplikace konstruktivistických teorií ve výzkumných projektech zaměřených na přírodovědné vzdělávání uvedme např. projekt M. Nodzyńské z Pedagogické akademie v Krakově, která se zabývá Piagetovou konstruktivistickou teorií a jejím uplatněním ve výuce chemie. Jako základní pravidla pro počáteční výuku chemie zde autoři mimo jiné uvádí, že psychické struktury žáků by měly být patřičně vyvinuty před zavedením numerických problémů, což znamená, že v počáteční etapě výuky chemie by měl být základem kvalitativní popis změn a kvantitativní vysvětlení by bylo až jejich doplněním; psychické struktury dětí musí být dostatečně vyvinuty, než se zavede formální symbolismus, což znamená, že v počáteční etapě výuky mají být chemické symboly a rovnice pro chemické reakce doprovázeny slovním doplněním; žáci musí mít příležitost k vlastnímu odhalování (konstruování) matematických souvislostí v chemii a proto by měl učitel poukazovat na situace známé dětem z každodenního života a na přirozené matematické struktury existující v dětském vědomí; učitelé musí rozumět charakteru chyb, které žáci dělají (Nodzyńská, 2002).

J. Piaget se zabývá ve své práci obdobnými pravidly pro výuku mateřského jazyka: čtení, psaní a pravopis tvoří celek, musí se jim učit dohromady; v počáteční etapě vyučování se nemají zavádět stejná slova pro různé předměty; výuka čtení je proces konstrukce, pro kterou dítě musí dosáhnout určitého stupně psychického vývoje; slova ve slabikáři musí být dítěti dobře známá; žáci mají být motivováni k výuce (Piaget, 1999). M. Nodzyńská se ve svém výzkumu zabývala rovněž přístupy a názory učitelů chemie na vedení výuky. Výsledky výzkumu potvrdily absenci intence na spontánní myšlení žáka

a individuální konstrukci pojmů a současně ukázaly, že pozornost učitelů je věnována zejména instruktivnímu přenosu pojmů k žákům. To má za následek časté mechanické reprodukování správných odpovědí na otázky (Nodzyňská, 2002). Velká část učitelů, kteří se účastnili výzkumu, takto potlačuje vlastní žákovo myšlení.

Dalším projektem zaměřeným na konstruktivisticky orientovanou výuku přírodních věd na základní škole je „Projekt integrovaného vyučování přírodních věd pro základní školu (včetně inovace přípravy učitelů)“. Projekt se týkal revize standardu přírodovědného vzdělávání pro absolventy základní školy s vytvořením návrhu integrovaného přírodovědného kurikula a vzorových vzdělávacích aktivit pro žáky základních škol. Ústřední snahou řešitelů bylo nalézt optimální modely přechodu transmisivního přístupu k výuce na přístup konstruktivistický, který spočívá také v přímé inkorporaci vědeckých postupů přímo do vyučovacího procesu (Bílek, 2006).

Na katedře chemie Pedagogické fakulty Univerzity J. E. Purkyně v Ústí nad Labem byl realizován projekt týkající se výuky chemie metodou aktivní konstrukce poznání, jehož cílem bylo mimo jiné zpracování několika desítek kompletních příprav na vyučovací hodiny chemie pro 8. a 9. ročník základní školy. Z výsledků provedených výzkumů jednoznačně vyplynula potřeba vizualizačního materiálu jako nedílné součásti výuky chemie konstruktivistickými metodami. Vizualizovány byly např. grafická struktura tvorby nového poznatku, zopakování vstupních pojmů, prameny poznání, ať už tří- nebo dvourozměrné aj. Poznání vyplývající z pozorování bylo také podporováno vizualizací použitím symbolů, tabulek, zakreslováním aparatur, schémat, obrázků atd. (Bílek, 2006).

K. Žoldošová a P. Prokop (2002) z Trnavy se zaměřili na tzv. zkušenostní přírodovědné učení, k němuž využili metodu kresby, která dokáže ve velké míře objasnit názory, některé postoje respondentů, a též charakter jejich znalostí. Jednou z hlavních výhod této metody je volnost ve formulaci ideí a názorů. Autoři vytvořili 7 kategorií zakreslovaných prvků pro evaluaci kresby (příroda, laboratoř, počítače, netradiční uspořádání třídy, sport, odpočinek, agresivita). Shromážděna byla data z experimentálních (výuka v terénu) a kontrolních (tradiční výuka ve třídě) skupin. Ve všech definovaných kategoriích s výjimkou kategorie "agresivita" byly zjištěny signifikantně vyšší frekvence výskytu prvků v experimentální skupině respondentů. Navíc byly kresby respondentů z experimentálních skupin bohatší, tj. obsahovaly více různorodějších prvků. Zkušenostní učení realizované v terénu s využitím experimentálních a pozorovacích pomůcek působí na žáky vysoce motivačně a aktivačně. Prvky výuky v terénu pak ve významné míře

ovlivňují představy žáků o ideální třídě pro přírodovědné vzdělávání (Žoldošová, Prokop, 2002).

Konstruktivistický přístup je základním východiskem projektu „Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání“ didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (biologie, fyziky a chemie), který byl řešen na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. Projekt chápe přírodovědu více jako proces, ve kterém se žáci učí takovým dovednostem, jako je pozorování, měření, vyvozování a experimentování. Základním cílem projektu je rozvinout konstruktivistický přístup do oblasti teorie výuky a zvýšit vědecko-výzkumný potenciál příslušných oborových didaktik. „Projekt navrhuje přírodovědné vzdělávání, které je více zaměřeno na vyučování a učení se integrované přírodovědě, na porozumění přírodovědným konceptům, na budování těchto konceptů vzhledem k předchozím zkušenostem a věku studentů, na porozumění přírodě jako celku, na potřebu přírodních věd v každodenním životě a přínos k intelektuálnímu a morálnímu rozvoji žáka jako občana demokratického společenství“ (Nezvalová, 2007, str.114).

W. W. Cobern z West Arizona State University se zabýval výzkumy vlivu kulturních aspektů na přírodovědnou výuku. Zdůraznil zejména význam externích vazeb přírodovědné výuky, tj. vazeb na její kulturní a sociální kontext. V této souvislosti lze hovořit jak o aplikaci personálního konstruktivismu, tak o konstruktivismu kontextuálním. Ten nazývá Cobern, v porovnání s průměrem pro personální konstruktivismus jako anatomie a fyziologie konstruktivismu či ekologie konstruktivismu. Cobern navrhuje alternativní pohledy na zažívaná schémata přírodovědné výuky (Cobern, 1994).

3 Integrace přírodovědných poznatků

3.1 Vymezení základních pojmů

Téma integrace přírodovědných poznatků v současné době ovlivňuje školní vzdělávání v řadě zemí světa. V průběhu dvacátého století bylo vzdělávací kurikulum přírodovědných předmětů rozděleno na oblast fyziky, chemie, biologie a geologie. V důsledku probíhajících změn v obsahu přírodovědného vzdělávání, je konec dvacátého století charakterizován interdisciplinárním propojením přírodovědných předmětů. Výzkumy se více zaměřují na porozumění přírodovědným konceptům, na budování těchto konceptů vzhledem k předchozím zkušenostem a věku studentů, na porozumění přírodě z komplexního hlediska a na potřebu přírodních věd v každodenním životě. V kurikulárních dokumentech edukačně vyspělých zemí lze pozorovat snahy směřující k integraci některých oblastí přírodovědného vzdělávání (Project 2061). Vyučování přírodovědných předmětů je charakterizováno integrací cílů, obsahu, hodnocení, výsledků a netradičních projektů s místem pro spolupráci, konfrontaci, pozorování, které směřují k zvýraznění úlohy přírodovědného vzdělávání v novém tisíciletí. Mezi hlavní důvody integračních tendencí patří jak snahy o jednotný pohled na přírodu, tak i ekonomické důvody, vyplývající často z omezení počtu vyučovacích hodin. J. Fenclová shrnuje důvody pro integraci přírodovědných předmětů do tří oblastí. Do filozofické oblasti spadá skutečnost, že přírodní vědy mají společné cesty poznání a že vytvářejí vědecký obraz přírody, která existuje jako jednotná realita. Do psychologické oblasti patří argumenty pro racionalizaci procesu učení. Pro oblast pedagogicko-praktickou je významné např. zvýšení efektivity výuky a zlepšení jejího spojení s praxí a denním životem žáků (Fenclová, 1997). Anglický filozof Whewell ve své knize „Philosophy of the inductive sciences“ (1840) jako jeden z prvních hovoří o podstatě sjednocení vědeckých disciplín. Klíčem ke sjednocení je podle Whewella tzv. konsilience, v níž navrhuje propojení poznání prostřednictvím řetězení fakt a příslušných teorií z nejrůznějších vědeckých disciplín, aby tak vznikl společný základ pro další výklad (Whewell, 1840).

Z historického pohledu lze kořeny integračních snah dále identifikovat v myšlenkovém směru nazývaném holismus, který vznikl na začátku 20. století. Je antipólem redukcionismu a vznikl zejména jako reakce na mechanicismus v biologii. Zastánci holismu se opírali o Platónovo a Aristotelovo tvrzení, že celek je více než prostý souhrn

jeho částí. „Autor názvu holismus Smuts chápal tuto filosofii mimo jiné tak, že ve světě existuje imanentní tvůrčí síla, imanentní tendence směřovat v evoluci od relativně jednoduchých struktur ke strukturám stále složitějším ve smyslu stálého přibližování k ideálu celistvosti. Protikladem holismu byl rovněž merismus, který zabsolutňoval část celku“ (Ouhrabka, 2001, s. 9).

Skutečnost, že mizí hranice mezi vědami, vystihl Szent-Györgyi, nositel Nobelovy ceny za medicínu. Řekl: „Různé vědy, na které se dělí poznání přírody, jsou uměle vytvořeny a jsou vázány svou existencí na naše nedostatky a na naši neschopnost vidět komplex přírodních jevů v jednotě. Jde-li někdo do přírody, nevidí fyziku nebo chemii. Co však vidí je světlo nebo tma, skály nebo mraky atd. Vědy podobně jako děti procházejí různými stádii. Prvním z nich je sbírání dat. Druhým je dělení jevů do skupin, které označujeme jako chemické, fyzikální atd. potud, než se dobereme hlubšího poznání, které vede k principům, jež spojují zdánlivě oddělené jevy“ (Matyáš, 1974, s. 56).

Integrovaná přírodovědná výuka se obvykle definuje jako snaha o jednotné pojetí přírodních věd ve vzdělávání (Lepil, 2006). Širší vymezení pojmu integrace přírodních věd bylo vyjádřeno v průběhu sedmdesátých let minulého století jako výsledek jednání na konferencích Mezinárodního výboru vědeckých společností (*International Council of Scientific Unions – ICSU*): „Integrace přírodních věd jsou ty přístupy, při nichž jsou koncepce a principy přírodních věd prezentovány tak, že vyjadřují základní jednotu přírodovědného myšlení a pojmů a potlačují přežitě nebo nevýznamné rozdíly mezi různými oblastmi přírodních věd“ (Matyáš, 1974 s. 57). Obdobně J. Fenclová definuje: „Integrované kurikulum přírodních věd je systém informací, které z přírodních věd vyplývají nebo se k nim vztahují. Jsou přetvořeny na základě didaktické koncepce (s různými elementy) a mohou fungovat ve shodě s obecnými principy vzdělání“ (Fenclová, 1979, s. 599). Odrazem integračních tendencí, které výrazněji identifikujeme zhruba od 60. let 20. století je i zařazení integrovaného tématu Člověk a příroda v Rámcových vzdělávacích programech.

Podle stupně integrace bylo organizací UNESCO navrženo následující třídění:

1. koordinovaná výuka,
2. kombinovaná výuka,
3. sjednocená výuka.

Při koordinované výuce se u vyučovaných předmětů uplatňují obsahové, metodické a časové vazby, kde jedním z hlavních cílů je nalezení logických souvislostí v učivu

a jejich didaktické využití. Dalším z cílů je efektivní využití poznatků jednoho předmětu, ve výuce předmětu jiného, což je jistě nelehký úkol již při tvorbě osnov, kdy se k časové koordinaci ne vždy dostatečně přihlíží. Kombinovaná výuka znamená v počáteční fázi sjednocenou výuku přírodovědných předmětů, které se v další fázi diferencují jako samostatné předměty, popř. obráceně přechod od diferencovaných učebních předmětů k jejich sjednocení, k integraci přírodovědných poznatků, které žák získal předcházející výukou. Při sjednocené výuce pak hranice učebních předmětů mizí a výuka začíná některým obecným problémem (např. stavba hmoty), které řeší všechny přírodní vědy společně (Lepil, 2006).

Jak uvádí Národní program rozvoje vzdělávání, lze v integrované výuce nalézt dvě základní tendence (Bílá kniha, 2001). První z nich je možné označit jako globální přístup. Zde se při prezentaci a vysvětlování dějů, jevů a věcí nerozrušuje vnímatelný celek ve prospěch parciálního poznání příslušných věd. Souhrn poznání jednotlivých věd tvoří pouze aspektové východisko pro racionálnější a hloubavější pochopení celku žáky. Druhý je možné nazvat syntetizující přístup. V něm je východiskem pro vnímání určitého jevu jakási syntéza, resp. mozaika jeho poznání příslušnými vědními oblastmi.

Z hlediska žáka je přijatelnější první z přístupů, který se ale metodicky více vymyká z kontextu tradičního didaktického myšlení. Svě zdůvodnění totiž nachází spíše než v syntetizujících tendencích současné vědy v zaměření pozornosti na reálné poznávací kompetence dětí.

3.2 Pohledy příznivců a oponentů jednotnosti přírodovědných poznatků

Myšlenka jednotnosti přírodovědných předmětů je v rámci současné české školy realizována ve výuce žáků 1. – 5. ročníků základní školy jako „Přírodověda“. Zastánci této ideje prosazují její uplatnění nejen pro žáky vyššího stupně základní školy, ale rovněž pro studenty středních škol. Názory o mezipředmětových vztazích a jejich aplikaci pro motivaci žáků je možné často identifikovat jako poměrně krajní, univerzální princip výuky přírodovědných předmětů. V odborných publikacích se lze setkat s argumenty vyvolanými spíše politickými okolnostmi, ekonomickými možnostmi, administrativním praktikem, prostorově i časově lokální pseudozkušeností atd. (Bílek, 2001). Mezi nejtypičtější názory

příznivců přírodovědné integrace patří zejména to, že žák vždy poznává bez separace na konkrétní obory. Každý člověk musí operovat s velkým množstvím informací z globálního pohledu. Ve škole dochází často k nežádoucí duplikaci poznatků v rámci přírodovědných předmětů, což má za následek vznik pojmových, metodických a dalších bariér mezi předměty. V přírodovědných učebnicích se lze setkat s převodem rozmanité kombinace poznatků z fyziky, chemie, astronomie, astrofyziky, geofyziky, meteorologie, biologie a elementární matematiky v naději, že takto se nejlépe neodradí žák či student od poznávání přírody, a přitom se nejlépe ochrání před pracným studiem základů nejjednodušší matematiky. Často se bohužel z učebnic vytratil smysluplný vzdělávací a výchovný systém, na kterém většina západoevropských států alespoň 150 let pečlivě pracovala (Ouhřabka, 2001). Oponenti přírodovědné integrace se opírají zejména o názor, že v procesu vzdělávání je třeba postupovat od jednoduchého ke složitějšímu, velké množství kontextů způsobuje povrchní získávání poznatků. K získání skutečného porozumění (ne pouze nejednoznačnému tušení) vzájemným souvislostem přírodních jevů, je třeba cyklické studijní práce. Každý přírodovědný předmět vyžaduje specifický studijní styl vzhledem ke specifickým vědním oborům, což se může odrazit v metodice školního poznávání. Ve vědních oborech dochází k integraci až velmi daleko od jejich počátku a odpovídající didaktické systémy neumožňují toto vysoce abstraktní sjednocení, které jediné má cenu (Bílek, 2001).

Každý z uvedených přístupů lze pokládat za oprávněný, vycházíme-li z kritérií oprávněnosti vzhledem k vlastnostem vyučovaného jedince „průměrného žáka“. M. Ouhřabka hovoří o věcném a mravním problému této konfrontace obou koncepcí: „kdo a jakými metodami může seriózně umožnit určitému jedinci optimální postup programování jeho neokortexu“ (Ouhřabka, 2001, s. 21). K této otázce lze navíc připojit psychologická a sociologická hlediska, která nás informují o stavu populace vzhledem k možnostem výchovy a vzdělávání jedinců v přírodovědě. Z uvedených hledisek, je zřejmé, že k tomu, aby mohla být metoda integrované přírodovědné výuky v něčem hodnotná, je třeba žáka k integraci poznatků připravit (Bílek, 2001). Tyto přípravné fáze jsou podle Ouhřabky podstatně důležitější než vlastní následné sjednocující hledisko. Hlavním jednotícím prvkem přírodovědných předmětů je matematika, kterou lze často jen v minimální míře použít jako jednotící prvek školní výuky. Z výzkumů matematické gramotnosti plyne, že velká část populace se řádně nenaučí ani základům nejjednodušší algebry a základům teorie funkcí spolu s nejjednodušší euklidovskou geometrií. Rovněž lze identifikovat jistý pocit nesouladu v didaktických postupech přírodovědných předmětů.

Takové projevy nesouladu je možné postřehnout i v celkem povrchních konstatováních učitelů: pro vyučování fyzice není připravena matematika, matematiku v biologii není třeba, je důležité se naučit z paměti popis co největšího počtu biologických názvů, v zeměpise sice uznáváme jednoduchou zkušenostní logiku, ale víc není třeba atd. (Ouhřabka, 2001). Často je tento nesoulad podporován i vysokými školami prostřednictvím vstupních nároků. Některá doporučení pro eliminaci těchto nesouladů lze nalézt např. v pracích M. Ouhřabky (2001), J. Rychtery, J. Tulky a B. Lutze (2001). M. Ouhřabka hovoří o systematickém zkoumání možností koordinované samostatné výuky jednotlivým přírodovědným předmětům, a zejména tuto koordinovanost zabezpečit následnou organizací výuky. Do studijních oborů učitelských kombinací na vysokých školách implementovat náhled do důležitých mezioborových vztahů přírodovědných předmětů a umožnit budoucím učitelům nahlédnout do obtíží i zdánlivých problémů ve vyučování jiným předmětům, než mají ve své hlavní aprobaci (Ouhřabka, 2001).

3.3 Integrovaná snaha v přírodovědném vzdělávání v zahraničí

Již řadu let je v USA realizován plně sjednocený výukový předmět Science. Z původní vnější integrace základních přírodovědných témat směřují nové koncepce do plně sjednoceného kursu, který si mimo jiné vytyčuje tyto hlavní cíle (Lepil, 2006, s. 7):

- „chápat povahu přírodovědného poznání; správně aplikovat vhodné přírodovědné koncepce, principy, zákony a teorie ve stycích s životním prostředím;
- užívat postupy přírodních věd při řešení problémů, při rozhodování a při dalším rozšiřování znalostí o vesmíru;
- vést k porozumění a úctě ke společnému úsilí přírodních věd a techniky a jejich vzájemných vztahů, jakožto i jejich vztahů k jiným stránkám společnosti
- rozvíjet abstraktní myšlení“.

„V rámci výukového předmětu Science je důležité zdůraznit zejména použité metodické postupy ve výuce, které vychází z motivace (návaznost na situace z denního života), postupuje k formulování otázky (úloha nebo malý problém, ke kterému jsou poskytnuty příslušné předměty, látky, přístroje). Následuje analýza, diskuse, realizace, popis pozorování, opět analýza, formulace výsledků. Výuka je zaměřená převážně na činnost žáka“ (Bílek, 2006, s. 17).

V 60. letech 20. století docházelo i ve Velké Británii k reformám v oblasti školství. Vypracována byla řada projektů v rámci Nuffieldova fondu, který vznikl v roce 1962. Hlavní změny se týkají vzdělávacího obsahu. „Výuka je orientována na experimentální problémovou žákovskou činnost. Žáci mají poznat, jaký význam má věda pro společnost, a to nejen prostřednictvím vhledu do přímého využívání jejich výsledků, ale i v její roli ovlivňujícího činitele celého společenského života“ (Bílek, 2006, s. 43). Základním cílem projektu bylo zvýšení zájmu žáků o přírodovědné vzdělávání a zvýšení jeho úrovně jako celku (Nyholm, 1967).

Hlavní část projektu SCIS – Science Curriculum Improvement Study (Karplus, 1975) byla realizována v letech 1965 – 1975 v Kalifornii. V dalších letech byl projekt inovován a je využíván ve školách USA (SCIS 3+). Je označován jako první kurikulum pro základní školy, které směřuje ke zvýšení „vědecké gramotnosti“ žáků. Předpokladem je praktické a aktivní učení žáků stupně K-8 a jejich vlastní „účast ve vědě“. Vyučovací lekce jsou orientované na zkoumání, vynalézavost a objevy s využitím výzkumů J. Piageta. Projekt je charakterizován detailním propracováním materiálního vybavení pro experimentální činnost žáků. Jde zejména o pracovní sešity a pracovní listy, se kterými žáci ve výuce pracují, zapisují výsledky pokusů, hodnocení a předpovědi.

Dalším projektem, jehož cílem je využití takových výukových metod, při kterých žáci maximálně uplatňují svou aktivitu a samostatnost při pozorování jevů v přírodě, je projekt FOSS – Full Option Science System (De Lucchi, Malone, Long, 2000), který byl vytvořen na univerzitě v Berkeley (Kalifornie). Program zahrnuje kurikulum pro žáky a učitele stupně K-8 (vzdělávání od mateřské školy po nejvyšší stupně základní školy). Autoři projektu chápou vědu jako výsledek schopnosti lidské společnosti „myslet“. Věda zahrnuje jednak to, co již známe (obsah), a jednak to, co se postupně dozvídáme (proces). „Nejlepším způsobem pro žáky, jak ocenit vědu jako takovou, je učit se vědeckým konceptům a vyvinout schopnost kriticky myslet, aktivně konstruovat myšlenky prostřednictvím jejich vlastního výzkumu, rozborů a řešení. Program FOSS je koncipovaný tak, aby podpořil žáky v jejich vlastním poznávání přírodních věd“ (Lepil, 2006, s. 11).

Projekt S.E.D. (Scottish Education Department) je zaměřen na první dva ročníky Secondary School, cílovou skupinu tedy tvoří 11–12letí žáci. Projekt byl řešen v letech 1964 – 68. Mezi hlavní cíle projektu patří integrovaná výuka fyziky, chemie a biologie, poskytující žákům široký a vyvážený úvod do přírodních věd. Hlavní důraz je kladen na samostatnou práci a experimentální činnost žáků. Projekt se zaměřuje i na žáky průměrných a podprůměrných schopností a dosažení toho, aby se i jim dostalo kvalitního

vzdělání a vyrovnali se žákům postupujícím podle obvyklých osnov. Stanoveny byly i konkrétní požadavky na obsah vyučování. Žáci by v tomto kursu měli získat (Lepil, 2006, s. 16):

- „některé empirické znalosti o světě kolem sebe,
- základní pojmy vědeckého slovníku,
- základní zkušenosti v objektivním pozorování,
- základní zkušenosti v řešení problémů experimentálními metodami,
- základy dovednosti vědecky myslet“.

V německých spolkových zemích lze zejména v osmdesátých letech minulého století sledovat snahy o integrovanou přírodovědnou výuku. Jde o integraci fyziky, chemie a biologie do společného předmětu „přírodověda“ pro 2. stupeň základní školy v Bavorsku. Původně byl vytvořen předmět fyzika-chemie s dotací 2 hodiny pro všech 6 ročníků studia. Od roku 1997 je zavedena výuka všech tří předmětů fyzika, chemie a biologie do jediného integrovaného celku s hodinovou dotací 2 hodiny pro 5. – 7. ročník, 3 hodiny pro 8. – 10. ročník. Integrovaný předmět „Přírodověda“ je vyučován jedním pedagogem, který klasifikuje žáky jednou závěrečnou známkou. Pro podporu výuky je využívána učebnice zahrnující celý integrovaný předmět. „Mezi hlavní výhody a nové možnosti výuky patří hlavně nabízející se realizace projektové výuky vycházející z žákovských životních zkušeností. Svět kolem nich není na jednotlivé obory dělen a problémy, které budou řešit, tyto hranice přesahují“ (Bílek, 2006, s. 61).

Institut pro pedagogiku přírodních věd na Univerzitě Christiana Albrechta v Kielu je výzkumným střediskem v oblasti Šlesvicka – Holštýnska. Mezi hlavní oblasti výzkumu patří didaktika přírodních věd a vývoj přírodovědného vzdělávání. Jedním z řešených témat byl projekt přírodovědného vzdělávání na základní škole „Stoffe und Stoffumwandlung“, který vznikl v osmdesátých letech minulého století. V roce 1991 byl navržen integrovaný předmět „Prostředí vzduch“ jako volitelný, případně povinný předmět na 2. stupni základní školy s návazností na první ročník střední školy. Jde o předmět integrující poznatky z biologie, chemie, zeměpisu, fyziky, techniky a společenských věd. „První ověření předmětu proběhlo v druhé polovině osmdesátých let na dvou školách Scheubelgerschule Bargau a Adalbert-Stifter Realschule ve Schwäbisch Gmünd. Hlavní ověření přineslo poznatky i ze zařazení tohoto učiva do stávajících předmětů biologie, geografie a částečně i chemie a fyziky“ (Bílek, 2006, s. 68).

3.4 Integrovační snahy v přírodovědném vzdělávání v české škole

Odrazem integračních snah v přírodovědném vzdělávání v české škole je bezesporu zařazení integrovaného tématu Člověk a příroda v Rámcových vzdělávacích programech, které definují závazné rámce pro jednotlivé etapy vzdělávání. V roce 2004 MŠMT schválilo nové principy v politice pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Toto rozhodnutí změnilo systém kurikulárních dokumentů, které jsou nyní vytvářeny na dvou úrovních a to na úrovni státní a na úrovni školské.

V české škole zaznamenáváme snahu o zavedení integrované přírodovědy zejména ve formě integrujících prvků. Ty jsou organizovány a koncipovány tak, že vytvářejí obsahové vazby a reflektují vzájemné vztahy jednotlivých disciplín. „Integrovaný výukový projekt byl realizován na úrovni základní školy v devadesátých letech, v podobě zavedení integrujících prvků do tradičního didaktického systému přírodovědných předmětů. Integrovaní prvky v didaktickém systému přírodních věd jsou zpracovány J. Janásem (Lepil, 2006, s. 34):

- „pojmy pro popis struktury hmoty,
- pojmy pro popis vlastností látek a polí,
- pojmy pro popis chování látek a polí,
- charakteristiky stavu systému,
- charakteristiky procesu,
- základní zákony zachování,
- princip minimální potenciální energie soustavy,
- molekulárně kinetická teorie“.

V druhé polovině sedmdesátých let byly vymezeny integrující pojmy v rámci výukového projektu fyziky na základní škole:

- částicová a elektrická stavba látek,
- silové pole,
- fyzikální veličiny,
- energie.

Tento systém integrujících prvků ve fyzikálním vzdělávání na základní škole lze nalézt i v současnosti vytvářených vzdělávacích programech. Již v 6. ročníku na začátku výuky fyziky se žáci seznamují s integrujícími pojmy silové pole a částicová a elektrická stavba látek. Ve vyšších ročnících jsou pojmy dále rozvíjeny a obohacovány. Kauzální přístup

k výkladu jevů klade poměrně značné nároky na intelektuální schopnosti žáků a výklad z pozic částicové stavby látek se poněkud odchyluje od konkrétních zkušeností, k nimž žáci dospívají spontánně na základě pozorování smyslům dostupných jevů a experimentů. Jako příklad může sloužit zavedení pojmu atom pomocí až nepřiměřeně zjednodušeného modelu, který nemá oporu v žádné historicky významné teorii. Při výběru poznatků o mikrostruktuře látek je třeba vycházet z následujících požadavků (Lepil, 2006, s. 35):

- a) „Vybrané poznatky musejí umožňovat elementární vysvětlení základních vlastností látek různých skupenství, základních tepelných jevů, hydrostatických a aerostatických jevů, elektrování těles, elektrické vodivosti různých prostředí a jevů souvisejících se změnami jádra atomu.
- b) Pojmy a poznatky o částicové stavbě látek mají abstraktní charakter a nejsou dostatečně názorné. Proto je třeba volit při vysvětlování takový postup, při němž jsou jednotlivé poznatky motivovány jevy, které žáci znají z vlastní zkušenosti, nebo se s nimi seznamují prostřednictvím žákovského, popř. demonstračního pokusu, popř. jsou žáci motivováni tím, že si sami příčiny některých jevů nedokáží vysvětlit (např. rozpínavost plynů nebo tekutost kapalin).
- c) Významnou funkci sehrávají jednoduché názorné modely, které odrážejí základní znaky pojmů a jsou nejen postačující pro vysvětlení jevů na dané úrovni základní školy, ale lze je uplatnit a dále rozvíjet v jiných předmětech a v navazujícím středoškolském vzdělávání.
- d) V učivu je třeba odlišit poznatky, které žáci mohou získat pozorováním (např. dělitelnost látek), od poznatků, které jsou výsledkem vědeckého poznání a jsou podloženy složitými a pro žáky nedostupnými experimenty (např. složení látek z atomů a molekul)“.

Integrované poznatkové struktury

V učebnicích fyziky pro 1. – 4. ročník gymnázií, které vycházely v letech 1984 – 1987 se vůbec poprvé setkáváme s poněkud odlišnou koncepcí učiva. Vyskytují se zde tzv. integrované poznatkové struktury, což se projevuje hlavně na zúžení rozsahu kapitol elektřina a magnetismus a rozšíření oboru kmitání a vlnění. V učebnici Fyzika pro 1. ročník gymnázií je například uvedeno samostatné téma „Statická silová pole“, které kompletně pojednává o jednotlivých druzích silových polí. Jiným příkladem je téma „Nestacionární fyzikální děje“, zahrnující kapitoly: Mechanické a elektromagnetické

kmitání, Mechanické a elektromagnetické vlnění (Kainzová, 2004, s. 51). Cílem takovéto koncepce učiva byla racionalizace didaktické soustavy a rozšíření učiva střední školy o poznatky moderní fyziky. Integrované poznatkové struktury se opíraly o jiné vzájemné souvislosti jednotlivých poznatků, než tomu je v tradičním historicky vzniklém uspořádání klíčových témat učiva. Například východiskem témat týkajících se kmitání a vlnění jsou společné zákonitosti nestacionárních dějů a společný matematický a grafický aparát pro jejich popis. „Předností této koncepce je kromě racionálního transferu poznatků mezi ději různé fyzikální podstaty i modernější přístup k některým tradičním tématům středoškolské fyziky. To se týká např. pojetí učiva akustiky, kde integrace umožňuje logickým způsobem včlenit do tradičního tématu prvky a poznatky elektroakustiky“ (Lepil, 2006, s. 37). Se zavedením integrovaných poznatkových struktur vznikla určitá averze učitelské veřejnosti vůči této koncepci výuky a učebnic fyziky. Proto se už v následujících učebnicích vydávaných od roku 1993 s integrovanými poznatkovými strukturami neseťkáváme. „Na základě této zkušenosti lze vyslovit závěr, že nové koncepce integrované přírodovědy, které nutně budou přesahovat didaktické systémy tradičních učebních předmětů, budou především vyžadovat důkladnou přípravu učitelů, kteří budou tyto systémy realizovat“ (Lepil, 2006, s. 37).

V průběhu roku 2005 byl na Pedagogické fakultě Univerzity Karlovy realizován průzkum současného stavu integrace během základního vzdělávání z pohledu vyučujících přírodovědných předmětů (Frýzková, 2005). Výzkumu se zúčastnilo 9 krajů z České republiky (342 respondentů). Dotazníkovým šetřením byl v první fázi mapován současný stav integrace na základních školách a nižších stupních gymnázií v ČR. Z vyhodnocení a závěrů šetření plyne, že na většině škol se integrace teprve rozvíjí. Více než 25 % učitelů je se stavem integrace přírodovědných předmětů na své škole spokojeno. Necelých 12 % škol integraci přírodovědných předmětů zcela ignoruje. Dle dotazníkového šetření jsou nejčastěji užívanými metodami práce, zahrnující významný integrační prvek, komplexní úlohy a realizace školních projektů. Jako problém se ovšem jeví nedostatek vhodných materiálů pro tento typ výuky. Z pohledu motivace žáka se však jedná o cenné úlohy, rozvíjející klíčové kompetence žáků. Šetření dále potvrdilo vyšší náročnost přípravy materiálů pro realizaci integrované výuky samotnými učiteli, jak po časové, tak odborné stránce. Učitelé (95,3 %) shledávají případné předpřipravené materiály, které by bylo možno upravovat dle potřeb svých i žáka, jako velmi užitečné pro výuku. Ze závěrů výzkumu plyne, že téměř 70 % učitelů předpokládá, že integrace přírodovědných předmětů na jejich škole nebude realizována v rámci integrovaného předmětu ani zařazením

integrovaných tematických celků do výuky. V době zpracování výsledků výzkumu se potvrdilo, že učitelé nejsou na realizaci integrované výuky ve své škole zcela připraveni a uvítali by možnost dalšího vzdělávání v této oblasti (Frýzková, 2005).

4 Teoretická východiska výzkumu prekonceptů

4.1 Vymezení relevantních pojmů

Proces konstruování poznání, přetváření poznávacích schémat žáka a průběh učení jako specifický poznávací proces byl popsán v kapitole 2. V této části práce se budeme podrobněji zabývat vymezením žákovských představ – prekonceptů, jako zdrojem učebních obtíží v poznávacím procesu žáka. K pojmu žákovské představy se přidružují další pojmy jako prekoncepte, dětská pojetí určitých fenoménů, předporozumění, studentovo pojetí učiva, naivní (alternativní) teorie žáka, miskoncept a další. Společným jmenovatelem těchto pojmů je fakt, že žák vstupuje do výuky s určitým komplexem představ, které mohou bránit efektivní konstrukci žákova poznání a nemohou být tedy učitelem ignorovány.

V průběhu 17. století anglický filozof J. Locke tvrdil, že žáci přicházejí do školy jako „nepopsané listy papíru – tabula rasa“, které je třeba naplnit vědomostmi. S touto teorií polemizoval Lockův nástupce anglický filozof D. Hume, který již v 18. století vyvodil na základě důsledků teorie empirismu, přesné rozlišení jednoduchých představ, se kterými žáci vstupují do učebního procesu. Hume tvrdil, že „dojem“ je to, co je přímo vnímáno prostřednictvím vnější nebo vnitřní percepce. Kombinace dojmů nazývá Hume jako ideje – představy, které jsou dále sdružovány. Určité intuitivní představy vznikají na základě nesprávných impresí – dojmů. Existenci těchto omylů lze potvrdit u celé řady jedinců. Žáci přicházejí do školy s netradičními představami, které často užívají při řešení problematiky nejen z oblasti přírodních věd. Tyto představy jsou vysoce odolné proti změnám a silně ovlivňují nové učení (Pfundt, Duit, 1991). Dominantní složky těchto „teorií žáka“ jsou vlastní pojetí objektů a jevů. Pojem „žákovo pojetí učiva“ (Průcha, Walterová, Mareš, 2003) je charakterizován jako souhrn poznatků, které si během výuky žák buduje. J. Trna se ve své práci přiklání k termínu žákovská koncepce učiva. Na rozdíl od žákovské prekoncepte jde o žákem interiorizované učivo v průběhu výuky (Trna, 2002). Je zřejmé, že v průběhu výuky dochází k interakci prekoncepte a nově předkládaných poznatků, která významně ovlivňuje utváření žákovské koncepce učiva.

Y. Bertrand cituje ve své knize definice pojmu prekoncept dle různých autorů. Např. D. Jodelet uvádí prekoncept jako referenční systém, v jehož rámci probíhá transformace, integrace a osvojení nových či odlišných informací nebo reprezentací.

M. Larochelle a J. Desaults tvrdí, že výrazy prekoncept a mylný koncept náleží do výzkumů, pro něž nějaká norma určuje hodnotu konkrétního konceptu a propůjčuje mu jakýsi druh legitimacy. V takovém pohledu se prekoncept ukáže jako nezralý či neúplný ve vztahu k přijaté normě, zatímco mylný koncept bude označen jako koncept falešný vzhledem k téže normě (Bertrand, 1998).

Podle A. Scoboria vykazují prekoncepce jak kreativní potenciál, tak rizika spojená s tím, že žáci nesprávně postaví nové poznatky na základě předchozích zkušeností a chápání. Výzkumy ukazují, že žáci mají tendenci pamatovat si spíše detaily zahrnující pouze několik informací v rámci daného schématu, místo zachycení celé řady přesných podrobností (Scoboria, 2006). Alternativní pojetí často plynou z nových informací, které jsou interpretovány ve světle předchozích zkušeností a nové vědomostí jsou tak „naroubované“ na primární představu. Vzpomínky jsou obecně vyvolány tím, že nejprve dochází k vyvolání obecného schématu a pak přidružených detailů. Jestliže koncepce nezapadá do již existujícího rámce, je velice pravděpodobné, že bude po čase zapomenuta nebo rovnou odmítnuta.

A. Giordan uvádí, že prekoncepty jako komplexní, jsou tvořeny vzájemně na sebe působícími otázkami, operačními invarianty, sémantickými a referenčními rámci a nositeli významů. Navíc jsou mobilizovány v závislosti na situaci, v níž se subjekt nachází, a jsou této situaci přizpůsobovány. Tyto reprezentace představují současně „dekódovací“ struktury, které případně umožní zabudovat nová fakta. Hrají tedy roli prostředníka mezi poznatkem a strukturami myšlení jednotlivce – žák vypracovává své poznání v interakci mezi těmito prekoncepty a informacemi, které si z nich může opatřit (Giordan, 1999). Prekoncepty tedy nejsou ani základy, ani výsledky poznání. Jsou samotnými nástroji této činnosti. Jsou neustále přebudovávány a nový poznatek musí být začleněn do preexistujících struktur, které má žák k dispozici (Škoda, 2005). Autor J. Slavík v této souvislosti srovnává pojem koncept s prekonceptí. Vnější koncept je relativně nezávislý na historických sociokulturních kontextech a může být chápán jako „esence“, jako společné objektivní východisko, zachycené v pojmenování, k němuž se vztahují různá pojetí téhož předmětu. V tomto smyslu koncept zhruba odpovídá pojmu – je měřítkem pro srovnání různých přístupů a hledisek. Prekoncept je chápán jako vnitřní intuitivní forma existence konceptu v subjektivním světě (Slavík, 1995). J. Škoda hovoří o „pojetí“ jako o komplexním chápání určitého fenoménu konkrétním člověkem (žákem), které nemusí být ještě jasně zformované, tudíž je obtížně verbalizovatelné (nemá podobu symbolu, či pojmu, jak je to např. u malých dětí). Pojetí jsou ovlivněna, zpočátku více, spontánními,

živelnými aspekty, jsou produkty zkušeností jedince, vznikají v určitých konkrétních situacích nebo v jejich kontextu. Později jsou ovlivňovány záměrně (nejčastěji samozřejmě cíleným školním vzděláváním). Dětská pojetí v sobě mohou zahrnovat prekoncepty, koncepty (pojmy na různé úrovni), miskoncepty, mentální mapy jedince nebo jeho emocionální prožitky vztažené k danému fenoménu (Škoda, 2005). Dětská pojetí mají tedy různý charakter – od čistě chybných představ (miskoncepcí), přes primitivní pojetí po vysoce organizované struktury (Doulík, 2004).

Pojmy „porozumění, neporozumění a předporozumění“, mají rovněž značnou důležitost v procesu získávání poznatků a učení, neboť je tato frekventovaná kategorie velmi často uplatněna v rámci reflexe studijních výstupů. „Z filosofického hlediska je porozumění základní kategorií interpretace okolního světa zdůrazňující subjektivitu a svébytnost pohledu jedince. Cenným přínosem je hermeneutické pojetí porozumění uváděného do vztahu s předporozuměním, které je tvořeno předpoklady subjektu determinovaného jeho bytím, jeho zkušenostmi“ (Krykorková, 2008, s. 142). Při bližší analýze se ukazuje, že hermeneutické „vnášení, nebo nevnášení předpokladů (předporozumění)“ do poznání a učení, může v rámci pedagogického procesu tvořit jeden z principů porozumění. Z hlediska hermeneutiky to znamená se zabývat tvorbou a aktivací zkušeností individuálních předpokladů, reflexí sebe sama a zorným úhlem poznávané skutečnosti (Cercel, 2009). Z pedagogickopsychologického hlediska je kategorie neporozumění popsána jako jedna z vážných příčin neúspěšnosti žáka. Je zřejmé, že jednou z hlavních rolí učitele je efektivní konfrontace stavů porozumění, neporozumění a také předporozumění, jejímž cílem je kvalitní budování znalostí žáka. „Objektivní struktury poznávané skutečnosti, reprezentované v podmínkách pedagogické reality učivem na straně jedné a subjektivní kognitivní struktury žáka, které obsahují zejména subjektivní pojetí jevu začleněného do subjektivního kontextu jedince na straně druhé, vymezeného zejména v Piagetově (1970) koncepci jako kategorie prekonceptu, jsou pro učení s porozuměním důležitým hlediskem“ (Krykorková, 2008, s. 142).

Ve vědeckých pracích se setkáváme s různými definicemi těchto pojmů, např. Bloom (1956) v taxonomii vzdělávacích cílů definuje pojem porozumění pomocí dalších subkategorií: translace, interpretace, extrapolace. Americký filosof C. S. Pierce hovoří o porozumění jako o kombinaci dedukcí z evidentních pravd, indukcí ze zkušeností, ale také abdukci což je tvořivá činnost vytvářející hypotézy a pravidla, jež dedukce i indukce potřebují. Poměrně vyčerpávající interpretaci kategorie porozumění předkládá revidovaná Bloomova taxonomie (Byčkovský, Kotásek, 2003). Sedm podkategorií – interpretování,

dokládání příkladem, klasifikování, sumarizování, usuzování, srovnávání, vysvětlování, jen potvrzují složitost problému. Např. poslední čtyři kategorie této revidované taxonomie (sumarizování, usuzování, srovnávání, vysvětlování) směřují spíše do vyšších hierarchických stupňů poznání (Krykorková, 2008).

Předporozuměním v oblasti přírodních věd obecně se zabývali rovněž autoři Wandersee, Mintzes a Novak (1994), kteří vytvořili, a výzkumy ve výuce přírodovědných předmětů i potvrdili, přehled osmi základních tvrzení týkajících se intuitivních představ v této oblasti. Z jejich práce jsou zřejmá tato tvrzení:

1. Žáci přicházejí do výuky s různorodým souborem alternativních představ týkajících se přírodovědných dějů a objektů z oblasti fyziky Země a vesmíru, biologie, chemie, environmentální fyziky atd. Každá z uvedených oblastí obsahuje další podoblasti v rámci jednotlivých disciplín, které generují další z řady alternativních koncepcí.
2. Alternativní pojetí, které si žáci přinášejí do výuky, prochází napříč věkovými kategoriemi, pohlavím, schopnostmi a kulturními hranicemi. Bez ohledu na to, s jak nadanou skupinou žáků učitel pracuje. V každé třídě lze nalézt žáky, kteří mají chybné alternativní představy bez ohledu na jejich původ či výsledky ve škole.
3. Alternativní koncepce jsou velmi houževnaté a odolné vůči tradičním výukovým metodám a je velmi obtížné je změnit. Jen díky specifickým metodám výuky jsou žáci schopni přijmout nová vysvětlení těchto konceptů.
4. Alternativní pojetí je často paralelní s vysvětlením přírodních jevů, která nabízely předchozí generace vědců a filozofů. Žáci mají často stejné intuitivní představy, jako měli vědci z doby „aristotelovské“ fyziky.
5. Alternativní koncepce mají svůj původ v různorodých osobních zkušenostech, včetně přímého pozorování a vnímání okolí, vzájemné kultury a jazyka, stejně jako v učitelově výkladu nebo vzdělávacích materiálech. Mnoho zdrojů intuitivních představ je přinejmenším spekulativní. Jak autoři uvádí, výzkumy ukazují, že žákovské prekoncepce jsou nejvíce ovlivněny právě sociálním prostředím.
6. Učitelé mají často zafixovány stejné intuitivní představy jako jejich studenti. Není neobvyklým jevem, že i při vysokoškolském studiu budoucích učitelů přírodovědných oborů lze identifikovat alternativní představy, které jsou totožné s prekoncepty žáků základních a středních škol.

7. Původní žákovy prekoncepce interagují s poznatky uvedenými při školní výuce a vedou tak k různým druhům nechtěných výsledků učebního procesu. Nejen, že prekoncepce mohou být překážkou ve vzdělávání, ale jejich interakce s novými poznatky také vede k nežádoucí „směsi“ výsledků. Není neobvyklé pozorovat různé studenty, kteří vyvozují odlišné závěry ze stejné zkušenosti a pozorování.
8. Z výzkumů plyne, že vzdělávací přístupy, které usnadňují práci s dětským pojetím, jsou efektivním nástrojem ve výuce.

Autoři J. Čáp a J. Mareš (2001) definují tři složky dětských pojetí: kognitivní (poznávací), afektivní (postojovou) a někdy také složku konativní (výkonovou). J. Doulík (2004) navrhuje 4 popisné dimenze vystihující hlavní složky, které se podílí na formování dětských pojetí:

- Dimenze vědomostní je charakterizovaná svým obsahem a rozsahem (tak jako finální koncept) a tudíž diagnostikovatelná didaktickými testy. Tuto dimenzi lze vymezit kvalitou a kvantitou informací, které jsou žákům předávány přímo nebo zprostředkovaně, případně je žák sám konstruuje na základě svých zkušeností nebo konfrontací s vnímanou realitou.
- Druhá dimenze je dimenze afektivní, která je charakterizovaná postojem jedince k danému pojmu. Zde lze použít jako diagnostický nástroj jednak tradiční dotazník, ale též i netradiční metody jako např. sémantický diferenciál a asociativní, či projekční metody.
- Třetí dimenzí je zastrukturování prekonceptu v kognitivní mapě jedince. Zastrukturování zachycuje nejen vztahy mezi koncepty, jejich hierarchii, ale též jejich vzájemné vazby. Tuto dimenzi lze diagnostikovat metodou kognitivního mapování.
- Poslední z definovaných dimenzí je plasticita prekonceptu. Chápeme ji jako schopnost prekonceptu pružně reagovat na další přijímané informace, které jsou s původním prekonceptem konfrontovány, a přizpůsobovat se jim. Na plasticitu lze zatím usuzovat pouze nepřímo ze znalostí předchozích uvedených dimenzí.

V rámci výzkumu prekonceptů žáků (viz kapitola 5) bude kladen největší důraz na šetření kognitivní dimenze dětských pojetí a v případě předvýzkumu i na zastrukturování prekonceptu v kognitivní mapě žáka.

4.2 Původ dětských pojetí

Dětská pojetí se vytváří rozmanitou kombinací vlivů a zkušeností, které žáka ovlivňují během dosavadního života. J. Doulík (2004) popisuje existenci vlivů školních i mimoškolních, přičemž míra jejich působení závisí na věkové úrovni žáka a na jeho schopnosti zpracovávat všechny předchozí zkušenosti. Faktory, které hrají roli při utváření žákovských pojetí, jsou děleny podle Doulíka (2004) do dvou základních skupin:

1. Exogenní faktory (sociální, ekonomické, kulturní, náboženské, etnické a jiné vlivy).
2. Endogenní faktory (individuální psychické a biologické charakteristiky nebo dispozice jedince, které jsou rozvinuty působením exogenních faktorů).

Obecný původ vzniku dětských pojetí je vždy poměrně obtížné, někdy i téměř nemožné, určit. Většinou jsou častými příčinami vzniku chybných intuitivních představ nepochopení, nedorozumění, nebo nesprávné použití zavedených fyzikálních principů. Někdy mohou mít žáci zkušenost s jinak stejným jevem a současně vyvodit různé závěry, které z pozorování plynou. Příkladem může být demonstrace s nedostatkem kritického pozorování a příslušné následné diskuse k tématu. Například pozorování demonstrace Lenzova zákona (2 kovové trubice, kterými současně padají závaží o stejné hmotnosti, avšak jedno je z magnetického materiálu a druhé nikoliv) může vést některé studenty k chybnému závěru, že závaží stejné hmotnosti skutečně mohou padat různými rychlostmi za "stejných" podmínek (Wenning, 2008). Autoři J. Taylor a T. Dana (2003) rovněž uvádí několik příkladů, kdy žáci nekriticky interpretují experimentální data a získávají tak protichůdné výsledky. Autoři také poukazují na problémy s nevhodnou interpretací závěrů na základě nesprávně navržených experimentů, chybné generalizace dat, interpretace grafů, logických chyb v argumentaci a selhání jinak používaných schopností kritického myšlení.

V jiných případech žáci lpí na chybných prekonceptech, které vyplývají z jedné nebo více forem nevhodných vyučovacích metod. Příčinou vzniku chybných žákovských představ může být nesprávné nebo zavádějící prohlášení jak učitelů, tak rodičů, či vrstevníků. Příkladem může být nepřesné nebo idealizované ztvárnění kreseb (fyzikálních jevů), příliš doslovně prezentovaná analogie se skutečností nebo chybné porozumění technickým pojmům.

V dalších případech mohou žáci pouze nesprávně aplikovat správnou představu, kterou o daném jevu mají. Nepochopení základních faktů tak může vést k chybným představám. Učitelé by si měli v plné míře uvědomit, že alternativní koncepce nejsou nutně „naivní“

představy. Někdy jde o dobře promyšlený závěr nebo zevšeobecnění, které není správné pouze za určitých podmínek, jako třeba v oblasti idealizované fyziky (kde je například tření často ignorováno). Určité alternativní koncepce nemusí být chybné v reálných situacích. V literatuře jsou takové intuitivní představy žáků, které jsou za určitých podmínek správné a jindy ne, nazývány parakoncepcí (Wenning, 2008). Učitelé, kteří nedokáží rozpoznat tento rozdíl, mohou riskovat ztrátu důvěryhodnosti u svých žáků a také naděje na překonání konkrétní parakoncepcí. Aniž by si byli žáci vědomi dvojí povahy některých intuitivních představ, budou pravděpodobně lpět na své verzi parakoncepcí, pokud nejsou dostatečně přesvědčeni o tom, že jejich porozumění je buď správné nebo chybné, v závislosti na konkrétních podmínkách. V takovýchto situacích nejde primárně o odstranění parakoncepcí, spíše je vhodné pomoci žákům pochopit, jak tyto myšlenky zapadají do představy vědecké komunity a jak je používat správně za různých podmínek. Když se žáci setkávají s tímto dvojitým vysvětlením, je třeba, aby učitel byl schopen vysvětlit výběr nejvhodnější cesty řešení problému a zdůraznil, že obě cesty jsou legitimní za zvláštních podmínek. Jak poznamenal J. Clement (1982) z University of Massachusetts-Amherst "Ne všechny prekoncepte jsou zároveň miskoncepte". Ne každé chybné žákovo vysvětlení musí svědčit o přítomnosti chybné intuitivní představy, ale často spíše o existenci parakoncepcí. Některá chybná vysvětlení nejsou ničím jiným, než tím, že se žáci potýkají s obtížemi při vysvětlování a chápání nových jevů. Příkladem, který uvádí Clement je položení otázky typu "Srazí-li se osobní auto a autobus, je velikost síly, kterou působí autobus větší nebo rovna velikosti síly, kterou působí osobní auto?". Žáci pochopitelně předpokládají, že autobus působí větší silou, protože osobní auto je často při takové srážce více zdemolováno. Představa, že působící síly se rovnají, jen zřídka žáky napadne. Tato různá pojetí fyzikálních situací mohou vést k identifikaci chybných prekonceptů, které nejsou v souladu s vědeckými názory, a usnadnit tak učitelům případnou změnu výukových metod.

4.3 Pedagogické postupy pro práci s prekoncepty

Celá řada vědců se již dříve zabývala a zabývá různorodými postupy pro práci s dětským pojetím fenoménů, příkladem jsou „Teorie konceptuální změny“ (Posner, Gerzog, 1982), „Přemostění analogií“ (Clement, 1988), „Dis-equilibration Techniques“ (Minstrell, 1989; Dykstra, Boyle, a Monarch, 1992), „An Inquiry Approach Coupled with

Concept Substitution Strategies“ (Harrison et al., 1999), „Metakonceptní výuka pro navození zvláště problematickým koncepčních změn“ (Wiser a Amin, 2001), a „Výukové modely“ (Thomaz et al., 1995).

Tyto přístupy mají ve většině případů společné to, že žák se setkává s jevy, které jsou v rozporu s jeho stávajícím přesvědčením. Díky tomu u žáka dochází ke kognitivnímu konfliktu a stavu duševní nerovnováhy. Uvědomění si konfliktu mezi tím, v co žák věří, že je správné na základě předchozích zkušeností, a novým konceptem, napomáhá ke konfrontaci a řešení žákovy konfliktní perspektivy ve prospěch správného konceptu. Takové pedagogické přístupy, které zdůrazňují konflikt a jeho řešení, vyplývají z Piagetovského pohledu na učení (Scott, Asoko, Driver, 1998). Z tohoto pohledu je role žáka v rámci reorganizace jeho znalostí zásadní pro překonání alternativní koncepce. Tyto a další přístupy týkající se alternativních koncepcí obvykle zahrnují tři základní kroky, na které upozornila skupina didaktiků fyziky z University of Washington: **vyvolat** – **konfrontovat** – **vyřešit** (McDermott, 1991). V tomto modelu učitel vyvolává u žáka reakci na problémovou otázku (predikci co bude výsledkem, nebo souhlas či nesouhlas s daným prohlášením), což nutí žáka, aby se zavázal k odpovědi související s konkrétní situací. Dále je žák konfrontován s problémovou situací, která vyvrací nebo potvrzuje jeho původní predikci, typicky například při vykonávaném experimentu. Při konfrontaci dochází ke konfliktu mezi predikcí a zkušeností. V případě nesprávné předpovědi, dochází k tzv. kognitivní disonanci. Žák si začíná uvědomovat potřebu nového chápání konceptu a je více motivován k vyřešení konfliktu s pomocí učitele při třetí fázi.

R. Olenick (2008) z University of Dallas, uvádí přehled následujících kroků pro překonání alternativních pojetí:

- Učitelé si musí uvědomit, že alternativní koncepce existují.
- Učitelé jsou sondou pro hledání alternativních pojetí žáků prostřednictvím demonstrací a otázek.
- Učitelé kladou žákům otázky s cílem objasnit jejich porozumění a přesvědčení. Učitelé poskytují žákům protiklady alternativní koncepce prostřednictvím otázek, implikací a demonstrací.
- Učitelé podporují diskusi a vyzívají žáky, aby použili fyzikální koncepty v jejich uvažování.

- Učitelé podporují nahrazení chybných představ novými koncepty prostřednictvím: otázek, myšlenkových experimentů, hypotetických situací si bez využití základních fyzikálních zákonů, pokusů a demonstrací určených k ověření hypotéz.

Tradiční přístup k překonání alternativních koncepcí (vyvolat – konfrontovat – vyřešit) popsaný výše nemusí být vždy ve výuce efektivní. Jak tvrdí C. J. Wenning (2008), tento přístup neprovede zásadní trvalé změny v oblasti alternativních koncepcí, protože nedokáže jasně určit existenci alternativní koncepce a následně tak nedojde k efektivnímu vzdělávání žáků v dané oblasti. Efektivnější přístup k řešení alternativních pojetí je podle autora přístup v pěti krocích: **vyvolat – konfrontovat – identifikovat – vyřešit – posílit**. Závěry z prací z oblasti kognitivní psychologie zabývající se pamětí a intuitivními představami, jsou základem tohoto modelu. Paměť se skládá z deklarativní a procedurální části. Deklarativní paměť nejvíce souvisí s alternativním pojetím, a skládá se ze dvou segmentů – epizodické a sémantické paměti (Tulving, 1972). Epizodické vzpomínky se vztahují k osobním zkušenostem. Sémantické vzpomínky zahrnují abstrahovaná fakta o světě a vědění, která obvykle nepochází z osobní zkušenosti, ale z jiných forem komunikace, knih a vzdělání. Použití metakognitivního přístupu pomáhá žákům, aby „přemýšleli o jejich myšlení“ vzhledem k tomu, co již vědí a jak správné jsou jejich představy. Jednoznačná identifikace alternativního pojetí žáka je sama o sobě účinný způsob, jak překonat alternativní koncepce. Žáci potřebují vědět, že alternativní koncepce existují a ze strany učitele je třeba upozornit na jejich negativní účinky. Tyto znalosti posilují schopnost žáků lépe překonat stávající alternativní koncepce a nahradit je novým porozuměním. Při konfrontaci intuitivních představ a zkušeností, dochází k aktivaci jak epizodické, tak sémantické části paměti. V rámci identifikace alternativní koncepce si žák uvědomuje existenci a zhoubnost chybné prekoncepte. Pokud ale v této fázi učitel opakovaně naznačí žákům, že se v případě své individuální prekoncepte mýlí, může dojít u žáka k frustraci a mentální zábraně vůči případné konceptuální změně. Úkolem učitele je nabídnout žákům konfrontaci prekonceptu s vědeckým poznáním, jinak by mohlo jít o rozpor s konstruktivistickým principem, podle něhož žáci budují své vlastní závěry založené na důkazech.

Jak zkušenosti ukazují, nové poznatky získané ve výuce nejsou vždy žákem uchovány v paměti. Z průběžné evaluace učitel zjišťuje, že alternativní koncepce žáka může stále existovat, a nedošlo tedy (v rámci 4. fáze výše uvedeného modelu) k jejímu nahrazení modifikovaným pojetím. I když existují metody pro vznik nových synaptických uzlů,

neexistuje žádná metoda pro snadné mazání paměti (zrušením starých synaptických uzlů). Cesty v mysli žáka vedoucí k původní intuitivní představě jsou vybudovány díky pevným základům a prekoncept je tak dostupnější než nový koncept s „užší přístupovou cestou“. Stabilní cesta k novému konceptu vznikne pouze v případě, že se žáci naučí analyzovat situace a určovat, které porozumění je nejlepší použít. Tyto přístupy pomáhají studentům zlepšit jejich schopnost uchovat nové koncepty a přednostně je znovu získat z paměti v různých situacích.

Jak model funguje:

1. fáze - vyvolat:

Učitel aktivizuje alternativní pojetí žáků prostřednictvím činností, jako například kladení otázek a vedení sokratického rozhovoru, který klade důraz na vyvozování poznatků a využívá dosavadních znalostí žáků (Maňák, Švec, 2003). Při těchto postupech učitel podněcuje žáky k předvídavosti, podávání vysvětlení a objasňování jejich prohlášení. Samozřejmostí této fáze je učitelovo povědomí o existenci alternativní koncepce žáka (Wenning, 2008).

2. fáze - konfrontovat:

Učitel nabízí protichůdné události, aby navedl žáky do tzv. kognitivního konfliktu. Dochází ke konfrontaci alternativního pojetí prostřednictvím např. demonstrací, kladení otázek, diskuse. Učitelé musí mít na paměti, že proces učení bude efektivní, bude-li úroveň motivace žáků co nejvyšší. To je zejména v případech, kdy učitel nabízí k řešení témata týkající se běžného života žáka. N. Taylor a R. Coll (1997) popisují, že kognitivní konflikt pomáhá řešit alternativní koncepce efektivně, ale i to může vést ke snížení důvěry v žákovy schopnosti porozumět vědě.

3. fáze - identifikovat:

Poté co jsou alternativní pojetí vyvolána a dojde k jejich konfrontaci, musí učitel vysvětlit sílu alternativních koncepcí a zdůraznit jejich nepotřebnost. Je třeba klást důraz i na hodnotu původní intuitivní představy, která často může vést k nápravě.

4. fáze - vyřešit:

V této fázi učitel podporuje výměnu alternativní koncepce pomocí některého z následujících přístupů např. myšlenkové experimenty, interaktivní ukázky, hypotetické situace, experimenty k ověření hypotéz. Tyto přístupy mohou pomoci přehodnotit žákovo

pojetí pokládáním koncepčních otázek a vyvolat tak zdroj chybné intuitivní představy. Úkolem učitele je v této fázi, jak vyplývá z konstruktivistického přístupu, umožnit žákům samostatné aktivní řešení rozporu místo aplikace instruktivistických modelů v průběhu hodiny.

5. fáze - posílit:

Když učitel pomáhá žákům rozvíjet nové chápání fenoménu zakořeněném v alternativním pojetí, neznamená to nutně anulování předchozích poznatků. Výzkumy často poukazují na existenci dvou soupeřících koncepcí v mysli žáka. S cílem řešit alternativní pojetí efektivně, musí učitel posilovat cestu, která vede k novému konceptu a anulovat, či alespoň potlačit, cestu, která vede k původní intuitivní představě, případně vést žáka při rozhodování v případě parakoncepce. Toto posílení by mělo být provedeno opakovaně a za různých podmínek. K tomu mohou být využity přístupy kognitivní psychologie.

Konceptuální změna

Dalším diskutovaným postupem pro práci s dětským pojetím je tzv. konceptuální změna (concept change) a konceptuální výměna (concept exchange). Již vědecké články z doby 90. let autorů např. P. W. Hewson (1981), G. J. Posner a W. A. Gertzog (1982) navrhují rámce pro řešení alternativních koncepcí. Hewson (1981) popsal dva modely pro práci s intuitivními představami žáků. Alternativní pojetí je v prvním z modelů přímo potlačeno a nahrazeno správnou představou. V tomto případě jde o tzv. koncepční změnu. V rámci druhého modelu jsou žákům „ponechány“ obě pojetí, přičemž úroveň původní prekoncepce je snížena případně postupně odmítnuta a žák přijímá nový koncept jako přesvědčivější variantu. Tento případ autoři nazývají concept exchange.

C. J. Wenning z Illinois State University popisuje model koncepční změny jako proces, který oslabuje, případně významně potlačuje stávající paměťové stopy. Jak autor připouští, nelze toto „přepisování“ paměti pokládat za analogický proces jako v případě počítačové techniky. Vědci z oblasti kognitivní psychologie identifikovali mechanismy, pomocí kterých jsou nové informace ukládány v paměti. Jde především o vznik nových synaptických uzlů, ale jak Wenning tvrdí, není známo, že informace nebo vzpomínky jsou při opačném procesu úplně nahrazeny (případně „zničeny“) zrušením synaptického spoje. Kognitivní výzkumy ukazují, že zapomínání vyžaduje velmi specifické druhy činností a s tím spojené kognitivní procesy známé jako proaktivní a retroaktivní interference

(Wenning, 2008). „K retroaktivní interferenci dochází, když nejnovější informace vytěsňují informace předcházející. K proaktivní interferenci dochází, ukládáme-li do paměti něco nového a vstupuje nám do vědomí to, co jsme v dané souvislosti do paměti uložili již předtím. O interferenci hovoříme tam, kde spolu soupeří dvě psychické aktivity kladoucí nárok na paměť, čímž poškozují zapamatování. Tam, kde dvě psychické aktivity spolu naopak kooperují (působí souhlasně – spolupracují) a jedna druhou podporuje, hovoříme o transferu“ (Křivohlavý, Preiss 2009, s. 124). Je zapotřebí, aby učitelé pomohli studentům "zapomenout" na chybné prekoncepty, a to znamená více, než jen nechat staré poznatky blednout. Místo toho je třeba pracovat na aktivní náhradě chybných pojetí novými koncepty vědeckého poznání.

V modelu konceptuální výměny, není původní pojetí žáka modifikováno, ale spíše jde o existenci nové představy, vyskytující se po boku staré prekoncepty. Typickým rysem tohoto modelu je fakt, že původní prekoncept se po čase znovu objeví i poté, co byl výukou vytěsněn. U žáků často přetrvává dvojitý chápání, jedno pravdivé na základě vlastních zkušeností, druhé považované za pravdivé, protože tak bylo podáno učitelem.

Přestože se jeví model konceptuální výměny jako efektivnější pro práci s dětskými prekoncepty, zkušenosti z výuky poukazují na efektivnost obou modelů. Jak uvádí Posner (1982), existuje pro oba modely několik společných podmínek, které jsou nutné pro efektivní rozvoj a pochopení nových konceptů. Nově předkládaný koncept musí být srozumitelný (žáci musí chápat jeho význam), věrohodný (žáci věří, že je správný) a žáci jej musí rovněž považovat za užitečný. Pokud nová koncepce disponuje v mysli žáka těmito vlastnostmi, je pravděpodobné, že dojde k jejímu přijetí efektivnějším způsobem. Pokud je naproti tomu koncept v rozporu s jiným žákovským pojetím, nebo se nepovažuje za užitečný, dochází k jeho odmítnutí.

Na nedostatky těchto modelů upozorňují ve svých pracích autoři např. D. Hammer (2000), J. Clement et al. (1989) a J. P. Smith et al. (1993). Podle D. Hammera (2000) tyto modely nemusí poskytnout učitelům přínosné prostředky pro efektivní pokrok v mechanismu žákova porozumění. Problémem, na který autor upozorňuje, je absence rozboru základních „podpovrchových“ mechanismů v mysli žáka. Při setkávání učitelů s nedostatky v myšlenkových procesech žáků nemusí být přímo zřejmé, zda se jedná pouze o chybnou logiku, přítomnost alternativních koncepcí nebo parakoncepcí. Za předpokladu, že se nejedná pouze o logickou chybu v mysli žáka, mohou být při rozbořích žákovských odpovědí tyto zmíněné modely přínosné.

4.4 Další strategie k ovlivňování miskonceptů a efektivnímu procesu osvojení vědeckých konceptů

Identifikace miskonceptů

Mohlo by se zdát samozřejmé, že předtím, než je možné efektivně pracovat s chybnými představami ve výuce, musí učitelé mít povědomí o miskonceptech, které se mohou vyskytnout v plánovaných hodinách. V praxi tomu tak často není a jednou z možných cest, jak předcházet nechtěnému upevňování miskonceptů, je odhalit možné obecné miskoncepty již při plánování výuky a tvorbě vzdělávacích programů. Zatímco s obecnými chybnými představami může učitel takto počítat, konkrétní individuální miskoncept žáka lze odhalit často až přímo ve výuce. Jednou z možností je zaměřit myšlení studentů na příslušné pozorovatelné vlastnosti objektů a zjistit, zda si všimli podobností, případně rozdílů mezi dvěma nebo více objekty, či schémata. Tento postup vyžaduje, aby žák dokázal rozlišovat, a proto vyvolává pojmy používané k diskriminaci, což může odhalit oblasti nevědomosti a také využití alternativních koncepcí (Wenning, 2008).

Diskuse ve skupinách

Diskuse v malých skupinách je populární metodou ve výuce. Nicméně je ze strany učitele důležité pečlivě diskusi sledovat, aby nedocházelo ke vzniku miskonceptů, které jsou nejčastěji konstruovány právě v takovém prostředí. To může být samozřejmě v rozporu se zamýšleným účinkem.

Diskuse analogií

Princip diskuse analogií je založen na využití analogie mezi správnou představou jevu, kterou již žák má a jeho chybnou prekonceptu. Autoři D. E. Brown a J. Clement (1989) ve své práci popisují, jakým způsobem je třeba sestavit v rámci diskuse učitele a žáka analogii mezi již správně chápaným jevem a chybnou prekonceptu. Přemostěním nazýváme takový správný analogický jev, který leží významově mezi správnou učitelovou a chybnou žakovou představou. Tak by mělo dojít k přechodu mezi dvěma žakovými představami, který povede k odmítnutí chybné prekoncepte a k rozšiřování správných představ a interpretací. Předpokladem úspěchu tohoto postupu je schopnost žáka analogicky myslet. Mezi hlavní nevýhody patří obtížnost a pracnost sestavování řetězců analogických jevů a situací. Jako příklad tohoto výukového postupu můžeme uvést častou

chybnou prekonceptci ve fyzice, kdy chybně uvažujeme o neexistenci sil působících na těleso v klidu (Trna, 2002, s. 265).

Scaffolding – stavění lešení

Jde o podpůrné strategie, které mohou žákům pomoci překonat bariéry v učení, o techniky, které rozvíjejí různé styly učení a postupně žákům umožní osvojovat si znalosti a dovednosti samostatně a nezávisle. „Lešení“ poskytuje odpovídající úroveň podpory pro studenty, aby získali nové koncepty. K. S. Taber (2006) uvádí tři úrovně, z nichž první je „důvěra v nové poznatky, které přináší vyučující“. Druhá úroveň je tzv. "Práce v zóně", kde žáci pracují se srozumitelnými koncepty s malou podporou učitele, což znamená, že pojmy a úkoly jsou dost těžké na to, aby byly zajímavé, ale ne tak těžké, aby je nebylo možné vyřešit. Třetí úroveň postupně nabízí čím dál větší volnost, až nakonec žák danou činnost zvládne zcela samostatně. To také vyžaduje pečlivé diagnostické a hodnotící nástroje celého procesu.

Zásady a techniky, které žákům usnadní osvojení vědeckých konceptů, uvádí ve své práci L. Tejkalová (2011):

- Aktivovat dřívější znalosti, ptát se žáků, co o tématu již vědí, zjišťovat kde (i v jiném kontextu) se setkali s klíčovými slovy, použít brainstorming pro vytvoření myšlenkové mapy asociací.
- Nabídnout motivující kontext, vzbudit zájem žáků, přimět žáky formulovat, co o tématu nevědí nebo čím si nejsou jisti, co jim někdo říkal; pokusit se téma svázat s reálným světem a také s dalšími disciplinami, hledat přesah tématu do jiných předmětů, např. uvést s tématem vzdáleně související historickou událost, uvést téma historkou z praxe, představit žákům autentické materiály.
- Rozložit komplexnější úlohu do jednotlivých, snáz proveditelných kroků, z počátku žákům úlohu rozfázovat, napsat jednotlivé kroky úkolu na tabuli, aby každý mohl postupovat vlastním tempem a postupně vést žáky k tomu, aby si uvědomili, že takový rozklad zpravidla existuje a mohou si ho připravit sami; technikou scaffolding je např. po žácích požadováno, zapsat jednotlivé kroky, místo vyřešení celého zadání.
- V průběhu hodiny zjišťovat, co si žáci myslí, že bude následovat a co nového se dozvědí. Jednak se tímto ověří, jak dobře poslouchali instrukce, jednak

to soustředí jejich pozornost na průběh aktivity a rozvíjí se tak jejich schopnost formulování hypotéz.

- Nabídnout nápovědu nebo částečné řešení, což je důležité zejména pro ty žáky, kteří jsou nejistí nebo mají tendenci náročnější úlohy vzdávat – tato možnost jim dá jistotu, že něco dokážou.
- Používat grafy, diagramy, myšlenkové mapy, vést žáky k tomu, aby se učili tyto formy představení informací jak „číst“, tak vytvářet; je také vhodné v rámci jednoho tématu postupně rozšiřovat jeden takový diagram nebo mapu, aby žáci měli možnost zařadit nové informace do již vytvořeného systému a podpořit učení vizuálním vjemem (vynikající možnosti zde nabízí využití interaktivní tabule pro opětovně nahrání a aktualizaci dříve vytvořeného schématu).
- Využívat gesta a pantomimu; jednak to žákům usnadní pochopení či zapamatování, jednak zprostředkuje vizuální zážitek, se kterým si budou moci daný výraz nebo myšlenku spojit – stejné gesto nebo pantomimu pak lze využít pro aktivování této znalosti.
- Využívat obrázky, reálné objekty, zjednodušené modely, nahrávky.
- Využívat média a internet. Tyto složky představují pro většinu žáků přirozený kontext a mohou fungovat jako silný motivační prvek.
- Zapsat různé použité způsoby prezentace nového pojmu: demonstrace, upozornění na podobnost nebo odlišnost od dalšího předmětu, uvedení charakteristické vlastnosti nebo funkce, využití testu či experimentu (ideálně žákem vedený pokus, který vyučující jen umožní či zprostředkuje), vizualizace (nákresem nebo modelem).

Poznatkový konflikt

Principem tohoto postupu, jak popisují R. T. White a R. F. Gunstone (1989), je nalezení takového problémového jevu (situace), při jehož řešení se konfliktně střetne správný poznatek s žakovou chybnou prekonceptí. Předpokládá se, že správná představa a interpretace zvítězí a nahradí ve vědomí žáka jeho chybnou prekoncepti (Trna, 2002). Nevýhodou tohoto postupu je emocemi zabarvený odpor neúspěšných žáků k poznatkovým konfliktům (Dreyfus, 1990).

Reflexe je základním aspektem konstruování vědomostí a jejich porozumění. Žáci musí být schopni reflektovat své činnosti a analyzovat způsoby jak konstruují vědomosti a jejich porozumění. Žáci hrají základní roli v hodnocení jejich vlastního procesu učení. Tradičně učitelé vymezí cíle a kritéria jejich hodnocení a hodnotí žákův rozvoj. Konstruktivistický přístup zdůrazňuje roli sebehodnocení žáka, což umožňuje žákovi vyjádřit jaké vědomosti a dovednosti získal a plánovat budoucí aktivity pro svůj vlastní růst. Žák má možnost řídit svůj proces získávání nových vědomostí a dovedností. Jeho porozumění je tak širší a bohatší. Na základě vlastních zkušeností získává nové vědomosti, dovednosti a vytváří si nové hodnoty a prekoncepty (Nezvalová, 2000). Pro tento výukový postup je nutná věková přiměřenost průběhu výuky a učení. Výuka pak musí být problémová, naplněná alternativními řešeními problému, aktivitou žáka atd. Tento postup je vhodný pro žáky vyššího věku a vyžaduje poměrně dlouhou přípravnou etapu. Stejně tak klade značné nároky na učitele a jeho přípravu i realizaci výuky.

4.5 Úrovně zpracování informací

Kódování a zpracování informací v mozku ve vztahu k alternativnímu pojetí vyžaduje víc, než jen opakování a touhu si pamatovat. Probíhá-li vzdělávání s cílem překonat alternativní pojetí, je třeba přemýšlet o tom, co si má žák zapamatovat, zdali má povědomí o svém chybném prekonceptu a zahrnout do vzdělávacího procesu i určitou formu "žádoucích obtíží". Kvalita kódování nového poznání může být zlepšena pomocí různých úrovní zpracování. Výzkumy ukázaly, že úroveň, na níž jsou informace zpracovávány, silně ovlivňuje kvalitu a dlouhodobost ukládaných poznatků (Craik, Lockhart, 1972).

Proces učení a poznání je rozdělen do dvou úrovní. V praxi hovoříme o tzv. dvoustupňové teorii poznání a kategorii kontextu a porozumění (Krykorková, 2008).

Kognitivní úroveň I. – zde jde o kognitivní činnost nižší úrovně vázanou především na kontext a v něm obsažené informace na jejich příjem, zpracování a další zacházení s nimi. „Kognitivní činnost je méně samostatná a označujeme ji jako činnost – učení s porozuměním. Na této úrovni žák získává znalosti, vědomosti, faktické údaje, je zde akcentováno učení s porozuměním, učení, které umožní komplexnější zpracování poznatků a zacházení s nimi, jejich vysvětlení, třídění a aplikaci. Utváří se zkušenostní základna. Důraz by měl být kladen na vnášení smyslu, významu, kontextu do poznávání nového,

na rozvíjení konkretizace, kontextualizace, představivosti, aktivace osobní zkušenosti apod.“ (Krykorková, 2008, s. 148). Tvoří se základy vytváření pojmů činností se symboly a jejich porozumění. V souvislosti s tím se rozvíjí proces připisování vlastností u předmětů a jevů, hledání souvislostí, spojitostí, kontextovosti, interpretace příčin a následků, hledání významů a aplikací. Z psychologického hlediska jde o poznávací činnosti, ve kterých žák pracuje s informacemi, které získá nebo vyhledá a používá k tomu zapamatování, jednoduché a elementární myšlenkové operace, mezi něž patří analýza, syntéza, třídění, srovnávání. Tato kognitivní úroveň znamená rovněž předstupeň poznávacích úkolů vyšší úrovně, nárokových si větší samostatnost a vyšší kognitivní svébytnost. Není bez zajímavosti, že tato kognitivní úroveň reprezentuje kognitivní činnosti na prvním stupni základní školy. Metakognice, jako nástroj kognitivní svébytnosti, má na této kognitivní úrovni charakter získávání základní metakognitivní zkušenosti. Děti se učí hodnotit výsledky své práce, zaměřovat se na postup, který je k výsledku dovedl, uvědomit si co bylo dobré, co bylo špatné, čemu to či ono může vyhovovat atd.

Kognitivní úroveň II. – zde jde o kognitivní činnost vyšší úrovně vázanou na vlastní myšlenkové obsahy, na jejich utváření a zacházení s nimi. „Vázanost na školní kontext se snižuje a kognitivní činnost je více samostatná. Vzhledem k tomu, že žák již není vázán konkrétními situacemi a kontextem úkolové situace jako na úrovni I., učení je samostatnější, více autonomní, kreativní, originální a více formální. Formuje se abstraktní myšlení, myšlenková nezávislost a schopnost zacházet nebo operovat s různými reálně neexistujícími alternativami. Celá řada činností je analogických s činnostmi kognitivní úrovně I. Tyto ve své elementární podobě tvoří základ pro kognitivní činnosti úrovně II., myšlenkovými operacemi jsou přetvářeny a prohlubovány“ (Krykorková, 2008, s. 149).

Úroveň I. tvoří zkušenostní základ pro kognitivní činnosti úrovně II. Jejich úspěšnost je přímo úměrná kvalitě tohoto zkušenostního základu, týká se starších školních žáků druhého stupně ZŠ. S ohledem na kognitivní potenciál této úrovně může metakognice dosahovat vyšší, obecnější úrovně, a to ve všech jejích aspektech. Umožňuje to nástup nejen vyšších kognitivních činností (myšlenkových a formálních operací), ale také potenciálně větší osobnostní připravenost žáka (Krykorková, 2008).

Hluboké zpracování poznatků je úzce spojené s dlouhodobým uchováním vědomostí na rozdíl od povrchního zpracování. Je mnohem méně pravděpodobné, že si žáci, kteří pouze pasivně pozorují experiment nebo demonstraci, dovedou zapamatovat jeho význam, než ti, kteří problematiku diskutovali s přáteli, případně se experimentu aktivně účastnili.

Různé úrovně zpracování poznatků obsahují současně „žádoucí problémy“, které jsou často spojené se snahou studenta při zpracování nových poznatků, a zároveň mohou být zahrnuty učitelem do výuky pro cílenou práci s alternativními koncepty. Tyto žádomcí obtíže podporují dlouhodobé uchovávání poznatků a schopnost přenést to, co jsme se naučili, na nové situace. Učitelé vytváří žádomcí obtíže tím, že podporují studenty, aby přemýšleli o vlastním myšlení (metakognice) a současně vyučují předmět pomocí různých přístupů.

Kognitivní psychologie uvádí, že vyvolání poznatku z paměti je nejučinnější, pokud k němu dojde ve stejném kontextu jako při procesu kódování (zapamatování) informace. Efekt obnovení v důsledku kontextu je nejvíce zřejmý, když se žák seznámí s fenoménem při např. třídní diskusi, ale často se již nedaří takto získaný poznatek znovu vyvolat při zkoušení nebo testovací situaci. Vzhledem k odolnosti prekonceptů, nelze předpokládat, že pouze časem vymizí z paměti. Nicméně, prekoncept může být oslaben tzv. procesy zpětného rušení (retroaktivní interference) – nová informace znemožní nalézt informaci starší nebo se starší informace prosazuje na úkor nové (proaktivní interference). Kognitivní výzkum ukazuje, že zapomínání vyžaduje určitou činnost a v případě alternativních konceptů je tento kognitivní proces zejména retroaktivní interferencí (Wenning, 2008). K překonání problémů spojených s kódovacími specifiky je zapotřebí vyvinout úsilí k zajištění toho, aby byl koncept zpětně opakovaně vybavován za různých podmínek.

4.6 Současný stav výzkumu prekonceptů

4.6.1 Práce a výzkum českých autorů

Výzkumu žákovských prekonceptů se věnují zejména oborové didaktické, neboť takový výzkum se neobejde bez úzké vazby na určitý odborný obsah (učivo). Příkladem je zkoumání prekonceptů z oblasti zeměpisu – mapa Evropy (Gavora, 1992), mapa Slovenska (Pupala, Mašková, 1997), prostorová orientace (Šebková, Vyskočilová, 1997), biologie – fotosyntéza (Osuská, Pupala, 1996), fyziky (Mandíková, 1993; Trna, 2002; Höfer, Prokšová 2003), dějepisu – historické myšlení (Gracová, 2004), chemie (Doulík 2004; Škoda, 2005), ekonomie (Vyskočilová, 2008) a další. Významným způsobem k této problematice přispívá také Pražská skupina školní etnografie (Maňák, Janík, 2007).

Obsáhlé šetření relevantních pojmů, které se vztahují k zjišťování dětských pojetí fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání, provedl P. Doulík (2004). V rámci

výzkumu byly zmapovány informační zdroje za dobu posledních 10 – 12 let (např. česká a slovenská knižní a časopisecká literatura z oblasti pedagogiky, pedagogické psychologie, obecné didaktiky, renomovaná zahraniční periodika zaměřená na obecnou problematiku výuky přírodovědných předmětů se zaměřením zejména na didaktiku chemie). Autor zpracoval přehlednou analýzu absolutní četnosti jednotlivých termínů, označujících fenomén žákových představ, včetně jejich českých překladů, ze které vyplývá, že nejčastěji používaným termínem pro označení fenoménu žákovských představ je termín „student’s conception“ (nebo též „concept“). Relativně velmi rozšířený termín „student’s understanding“ (studentovo porozumění učiva) lze chápat úžeji než předchozí pojem a více se přimyká k individuálním kognitivním a myšlenkovým procesům jedince. Velmi často používaným termínem je „misconception“ (miskoncepce). Tento termín se vyskytoval jednak samostatně, kdy cílem studie bylo zjistit právě chybné žákovy představy a pojetí učiva, nebo byly miskoncepce součástí výzkumu žákova pojetí učiva obecně a pak byly uváděny jako jedny z podob pojetí učiva žáky. Specifické postavení měl termín „student’s idea“ – studentův názor, představa. Vyskytoval se zejména u těch studií, které byly orientovány na zjišťování představ o fenoménech, jež mohou silně působit na afektivní složku žákových představ. Termín prekoncept, který se objevil pouze v pěti případech, má v sobě silnou vazbu na pojem a jeho chápání a stává se tak termínem spíše lingvistickým resp. psycholingvistickým, což nebylo vždy předmětem předložených studií. Stejně tak tomu bylo i u termínu „naive theory“ (naivní teorie), který se velmi často používá a který se z hlediska zjištěných úrovní představ žáků jeví jako velmi vhodný. Dále se v analyzovaných anglicky psaných článcích často hovořilo o konceptuální (pojmové) změně, která se sledovala u probandů různé věkové úrovně (longitudinální či transverzální výzkumy). Asi nejčastěji používané termíny v českých a slovenských periodikách jsou žákovo pojetí (chápání) učiva, žákovy interpretace a prekoncepty (prekoncepce). Dále se objevují termíny jako spontánní představy, dětská porozumění, mentální reprezentace, naivní teorie dítěte či miskoncepce, jako jeden z možných typů žákových prekonceptů (Doulík, 2004).

Ze závěrů provedené metaanalýzy P. Doulíka, která v oblasti pedagogického výzkumu s orientací na prekoncepty žáků v přírodovědném vzdělávání u nás nemá obdoby, uvedme alespoň následující aspekty (Doulík, 2004):

- příklon k termínu dětské (žákovo) pojetí určitých fenoménů. Nepoužívání termínu dětské (žákovo) pojetí učiva, neboť se tím značně determinuje podstata dětského pojetí cílenou školní výukou.

- výzkumy prekonceptů jsou realizovány v rámci celého spektra školního vzdělávání (od primárního vzdělávání po vysoké školy) – jako longitudinální nebo transverzální. Nejvíce výzkumů se zabývá dětskými pojetími přírodovědných fenoménů na úrovni 2. stupně ZŠ a na úrovni střední školy. Výzkumy na vysokoškolské úrovni jsou zaměřeny téměř výlučně na kognitivní složku studentských pojetí fenoménů, a to především na odhalování miskonceptů.
- dětská pojetí nejsou zkoumána komplexně jako multidimenzionální entita, převládá orientace současných výzkumů dětských pojetí především na jejich kognitivní složku,
- současné výzkumy dětských pojetí mají spíše vědecko-výzkumný charakter a jsou orientovány zejména kvalitativně.

Dále uvádíme stručný přehled vybraných prací českých i zahraničních autorů, které se týkají výzkumu prekonceptů z přírodovědné oblasti publikovaných od roku 2000.

Článek „Dovednost diagnostikovat a ovlivňovat žákovskou prekoncepti učiva“ autora J. Trny popisuje, důležitost prekonceptů a jejich vznik, resistenci a trvalost. Autor hovoří o vlivu prekonceptů na tvorbu žákovské koncepce. V práci je dále popsána diagnostika žákovských prekonceptů a schopnost učitele pro efektivní identifikaci a diagnostiku žákovských pojetí určitých fenoménů, rovněž je popsána aktivní a pasivní úroveň této dovednosti. Autor také hovoří o procesu utváření dovednosti diagnostikovat individuální představy žáků, dále popisuje dílčí etapy tohoto procesu, včetně konkrétních příkladů, a sylabu výukového modulu, který je postaven tak, že kopíruje popsané etapy procesu. J. Trna se rovněž věnuje dovednosti využívat a ovlivňovat individuální představy žáků. V této souvislosti popisuje postupy modifikace nesprávných žákovských prekonceptů na vědecky správné. V závěru článku je zdůrazněna důležitost povědomí učitelů o existenci individuálních představ žáků a také potřeba osvojení si dovednosti diagnostikovat a ovlivňovat tyto představy. Autor na konec článku zařadil dotazník určený pro učitele ZŠ, který se týká individuálních představ žáků (Trna, 2002).

Článek s názvem „Výuka Newtonových zákonů I – intuitivní představy žáků“ autorky D. Mandíkové v úvodu obecně popisuje žákovské pojetí určitých fenoménů a zdůrazňuje jejich negativní dopad na proces osvojování správných vědeckých konceptů. Zmiňuje také důležitost práce učitelů s prekoncepty žáků a studentů a následné efektivní nahrazení miskonceptů správným vědeckým konceptem. D. Mandíková se ve své práci zaměřuje na prekoncepte z oblasti mechaniky, zvláště pak na problematiku týkající se pohybu a síly.

Uvádí zde nejfrekventovanější typy miskoncepcí u studentů na konkrétních příkladech situací, při kterých se chybná intuitivní pojetí studentů projeví nejčastěji (Mandíková, 2005).

Článek „Výuka Newtonových zákonů II – výklad“ autorek R. Kolářové a D. Mandíkové obsahově navazuje na předchozí příspěvek. Je zde zmiňován vznik a tvorba intuitivních představ žáků již v raném dětství včetně příčin vzniku, jako např. vlastní zkušenosti dětí, a tradiční rozpor s vědeckými koncepty. Autorky se tematicky zaměřily opět na oblast mechaniky, konkrétně Newtonovy zákony. Jsou zde popisovány nejčastější miskoncepce z této tematiky a doporučené postupy učitelů, vhodné pro korekci těchto chybných představ (Mandíková, 2005a).

Kniha „Současné trendy v přírodovědném vzdělání“ autora J. Škody se v úvodu zabývá přírodovědnými předměty, zejména z pohledu oblíbenosti těchto předmětů a její změny. Dále spoluautorka L. Hajerová – Müllerová uvádí individuální styly učení a možnosti jejich diagnostiky. Podstatná část publikace je věnována dětským prekonceptům a jejich výzkumu ve spolupráci s P. Doulíkem. Autor dále rozebírá podstatu aktivní konstrukce poznání, principy konstruktivistického, projektového a kooperativního způsobu výuky. Závěrečná část knihy je věnována integraci přírodovědných předmětů, mezioborovým vztahům a integrovanému pojetí výuky v ČR a evropských zemích (Škoda a kol., 2005).

Autoři G. Höfer a J. Prokšová ve své práci s názvem „Prvotní fyzikální představy žáků“ předkládají informativní přehled o výsledcích výzkumu německých i západoevropských didaktiků fyziky v oblasti prvotních fyzikálních představ žáků a jejich vlivu na výuku fyziky a chemie. Představy žáků o energii, elektrickém obvodu, některých oblastech mechaniky, optiky, nauky o teple. Autoři se dále zabývají modely atomů ve výuce fyziky a chemie. Kapitoly jsou zpracovány podle publikací jednotlivých autorů (Höfer, Prokšová, 2003).

Z. Rakušan ve své práci „Pokus o vytvoření uceleného modelu konstruktivistické výuky fyziky na ZŠ“ popisuje diferencované cíle výuky fyziky na ZŠ a základní požadavky, které by tato výuka měla respektovat. Vstup žáka do výuky fyziky a roli prekonceptů jako výchozího mentálního materiálu, na jehož základě si žák prostřednictvím školního učení konstruuje ucelené a funkčně uspořádané znalostní struktury – koncepty. Autor zdůrazňuje několik fází v procesu výuky: nultá – přípravná fáze, první – aktivace prekonceptů, druhá – osvojení daného fyzikálního principu, třetí – vytváření konceptů, případně nadstavba. Z. Rakušan dále uvádí zásady pro vytváření souboru učebních úloh a zdůrazňuje roli motivace žáků k výuce fyziky. Nechybí ani praktická ukázka úloh (Rakušan, 2004).

Příspěvek s názvem „Diagnostika prekonceptů vybraných společných pojmů mezi chemií a fyzikou na základní škole“ autorky L. Šťastné se zabývá diagnostikou intuitivních představ vybraných integrujících pojmů chemie a fyziky. Autorka uvádí pět zkoumaných pojmů – voda, vzduch, skupenství, atom, galvanický článek. Výzkum proběhl v rámci pěti vybraných základních škol a byl určen žákům 5., 7. a 9. ročníků. Zvolenými diagnostickými metodami byly obsahová analýza žákovských testů, dotazník, didaktický test, pojmové mapy a kresba. Autorka v článku uvádí způsob vyhodnocení a dosažené výsledky. V závěru je popsána náplň a časová dotace autorkou nově navrženého předmětu vzniklého integrací chemie a fyziky (Šťastná, 2005).

4.6.2 Práce a výzkum zahraničních autorů

I když bylo dlouhou dobu známo, že žáci mají své vlastní představy o přírodních a dalších jevech, vznik konstruktivismu v letech 1970 – 1980 vyvolal záplavu studií na toto téma. Intuitivní představy žáků z různých oblastí byly podrobně studovány a raná Piagetova teorie (z 20. let minulého století, kdy bylo vydáno mnoho knih na toto téma) byla znovu diskutována. Rovněž byla oživena Piagetova metodologie výzkumu a doplnily ji další výzkumné metody (kvantitativní i kvalitativní) týkající se této problematiky. J. Piaget popisoval tuto problematiku již v roce 1920. Dětské prekoncepce mohou být v některých oblastech spíše „povrchové“, jiné mají hlubší kořeny, jsou dobře integrované a žákem systematicky používané k pochopení a vysvětlení jevů.

Výzkum dětských intuitivních představ, často pod teoretickou záštitou konstruktivismu, byl výrazněji publikován od počátku 80. let minulého století. R. Duit působící na německém institutu přírodovědného vzdělávání v Kielu a zabývající se mimo jiné výzkumy v oblasti individuálních představ zmapoval rozsáhlou bibliografii dokumentující výzkumy týkající se konstruktivismu a individuálních představ z oblasti přírodních věd. Verze z roku 2007 obsahuje téměř 8000 odborných článků a potvrzuje, že jde o dominantní perspektivu v přírodovědném vzdělávání a výzkumu.

G. Erickson (2001) analyzoval vývoj četnosti článků ve vědeckých časopisech, týkajících se vzdělávání, které obsahují slova "konstruktivismus, prekoncepce nebo miskoncepce". Z této analýzy je patrný téměř explozivní vývoj výskytu těchto slov. Odkazy na "prekoncepce" a "miskoncepce" zaznamenaly výrazný nárůst četnosti výskytu od začátku roku 1980, zatímco pojem "konstruktivismus" se výrazněji objevil později mezi lety 1980 – 90.

V knize „How Students Learn: Science in the Classroom“ autoři S. Donovan a J. Bransford (2005) uvádí tři principy z oblasti kognitivního a vývojové výzkumu, které mohou pomoci učitelům přírodovědných předmětů posílit výuku ve třídě a podpořit tak vzdělávání svých žáků:

- Prekoncepce – zjistit, co studenti už vědí.
- Potřeba vědět, jak budovat znalosti oblasti přírodních věd, což se může lišit od budování znalostí v jiných předmětech.
- Použití metakognitivní strategie. Pomoc studentům přemýšlet o procesu učení.

Studie také ukázala, že pevné prekoncepce je obtížné vymýtit, a to i poté, co učitelé poskytují správný vědecký koncept. V souladu s tím mohou učitelé, kteří mají povědomí o miskoncepcech, být připraveni na řešení takových situací, kdy studenti mají zakořeněné intuitivní představy uvnitř různých oblastí přírodních věd. Většina miskonceptů v přírodovědném vzdělávání vzniká tehdy, když se procesy samy o sobě, oddělují od základních konceptů vědy. Donovan a Bransford zdůrazňují, že odborníci v oboru, získávají a udržují nové poznatky jinak než studenti. Odborníci přidávají znalosti do svých stávajících koncepčních rámců "velkých myšlenek", které umožňují získání nových poznatků nebo skutečností jednodušším způsobem, a zefektivňují tak využití znalostí. Autoři dále uvádí třetí zásadu pro efektivní výuku – naučit studenty používat metakognitivní strategie, sledovat jejich vlastní myšlení. Metakognitivní strategie umožňují žáku kontrolovat jeho vlastní znalosti (kognici), tj. koordinovat učení prostřednictvím použití různých funkcí jako jsou zaměření učení na cíl, příprava, plánování a evaluace učení. Zahrnují oblast autoregulace učení, sebepozorování, sebereflexe, sebepoznání atd.

Ze zahraničních autorů uveďme dále čtveřici R. Driver, A. Squires, P. Rushworth a V.W. Robinson (2003), kteří ve článku „Making Sense of Secondary Science“ sumarizují výzkumy zabývající se chápáním pojmů v oblastech život, materiály, fyzikální procesy. Autoři se zabývají sociální konstrukcí poznatků a specifickými pojmy v myšlenkových procesech žáků.

Dětským pojetím fenoménu z oblasti fyziky, konkrétně mechaniky, se svého času významně zabývali zahraniční autoři jako např. Vienot (1979); Caramaza, McCloskey Green (1981); Champagne, Klopfer, Anderson (1980); Gunstone, White (1981); Clement (1982); Minstrell (1989); Gilbert, Watts (1983); McDermott (1991).

Americká studie „Unraveling Students' Misconceptions about the Earth's Shape and Gravity“ autorů I. Schneidera a M. M. Ohadiho (1998) se zaměřila na ověření efektivnosti konstruktivisticko-historické metody při změně nesprávných představ žáků o tvaru Země a zemské gravitaci ve vyšších ročnících základní školy a na nižším stupni střední školy. Studie sledovala 539 žáků z 18 tříd v 10 amerických státech.

Příspěvek „Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions about Molecular Structure and Bonding“, jehož autory jsou J. P. Birk a M. J. Kurtz (1999), uvádí příklad designu a výsledků výzkumného projektu zaměřeného na zkoumání přetrvávání a způsobů eliminace miskonceptů u studentů z oblasti struktury molekul a chemických vazeb.

Autoři J. P. Smith, A. A. Disessa, J. Roschelle (1993) článku „Misconceptions Reconceived: A Constructivist Analysis of Knowledge in Transition“ využívají výzkumu ke kritickému pohledu na žákovské miskoncepty v přírodních vědách a matematice z hlediska konstruktivistické teorie učení.

5 Vymezení projektu výzkumu prekonceptů

Výzkum prekonceptů byl řešen od září roku 2005. V první fázi byly formulovány jednotlivé etapy výzkumu:

1. Formulace základních výzkumných problémů, hypotéz a cílů výzkumu – vymezení oborů přírodních věd, ze kterých budou sledované pojmy vybírány.
2. Výběr základních pojmů přírodovědy, fyziky, chemie a biologie v učivu základní školy, které jsou významné z hlediska vytvoření kompetencí v oblasti přírodovědného vzdělávání.
3. Sestavení testu.
4. Příprava a realizace předvýzkumu v Olomouckém kraji.
5. Úprava testových otázek na základě vyhodnocení předvýzkumu.
6. Realizace výzkumu prekonceptů v rámci České republiky.
7. Zpracování a analýza dat pomocí programů Excel a MatLab.
8. Vyhodnocení výzkumu.
9. Formulace závěrů vyplývajících z realizace a výsledků výzkumu.

Fyzika, biologie a chemie byly vymezeny jako obory přírodních věd, ze kterých byly vybrány pojmy sledované výzkumem. Hlavní výzkumné problémy lze formulovat takto:

„Jsou žáci schopni využívat poznatky získané jak non edukačními vlivy, tak cílenou školní výukou při řešení jednoduchých přírodovědných problémů a lze u nich identifikovat chybné prekoncepce vybraných pojmů z fyziky, biologie a chemie?“

„Lze identifikovat statisticky významné rozdíly kognitivní úrovně prekonceptů chlapců a dívek, a závisí tato dimenze prekonceptů na lokalitě školy?“

„Lze identifikovat statisticky významné rozdíly kognitivní úrovně prekonceptů mezi žáky základní školy a studenty vysoké školy? Dochází tedy ke změně kognitivní dimenze prekonceptů v průběhu školní docházky?“

Na základě formulace výzkumných problémů a analýzy dostupných literárních zdrojů, byly formulovány následující nulové hypotézy výzkumného šetření pro chí-kvadrát test nezávislosti v kontingenční tabulce (viz dále):

H_{01} : Odpovědi na jednotlivé otázky nezávisí na pohlaví žáka. Chlapci jsou při řešení jednotlivých otázek stejně úspěšní jako dívky.

H_{02} : Odpovědi probandů na jednotlivé otázky nezávisí na lokalitě školy. Žáci navštěvující školu v malé (středně velké, velké) obci jsou při řešení jednotlivých otázek stejně úspěšní jako zbytek vzorku.

H_{03} : Odpovědi probandů na jednotlivé otázky nezávisí na dosaženém vzdělání. Studenti VŠ (prezenční a kombinované studium) a SŠ jsou při řešení jednotlivých otázek stejně úspěšní jako žáci ZŠ.

Ve formulaci hypotézy **H_{01}** je uvedena závislost (nezávislost) odpovědí na jednotlivé otázky z pohledu úspěšnosti chlapců nebo dívek. Problematika genderu má značný vliv nejen na postavení člověka ve společnosti, jeho sociální roli, ale dotýká se významně i oblasti výchovy a vzdělávání. Pedagogická realita je velmi silně genderově zatížena, proto je třeba, aby si vyučující byli vědomi existence genderových stereotypů. Učitelé by si měli uvědomit, že je důležité mít při výuce rodově citlivý pedagogický přístup, při němž je vyučující vždy spravedlivý, nikoho vědomě či nevědomě nediskriminuje, ani mu neukazuje limity jeho existence vymezené jeho sociální rolí vycházející z jeho pohlaví. Rovněž by měl být učitel schopen vnímat a respektovat odlišnosti mezi dětmi a vyvarovat se genderovým stereotypům, či předsudkům (Zormanová, 2009). V této souvislosti jsme zařadili i tuto otázku do výzkumu prekonceptů, neboť stále značná část učitelů není dostatečně seznámena s touto problematikou a často i nevědomky užívá ve výuce přírodovědných předmětů (zejména fyziky) genderové stereotypy.

Sociodemografickým faktorem, který ve výzkumu dále zohledňujeme, je velikost obce, ze které žák pochází. Cílem této části výzkumu je odhalit a kvantifikovat vliv regionálních rozdílů na řešení jednotlivých otázek výzkumu. Vycházíme zde ze zřejmé potřeby sledovat regionální rozdíly v oblasti vzdělávání ve značně nehomogenní skupině obcí a snížit závislost výsledků žáků na jejich socioekonomickém zázemí. Jako užitečné se rovněž jeví identifikovat příčiny těchto sociodemografických faktorů (žáci z malých obcí mají bližší vztah k přírodě a přistupují k řešení jednoduchých přírodovědných problémů efektivněji, než žáci z velkých měst).

Kritéria pro výběr pojmů, které byly obsahem testování:

- Pojmy jsou obsaženy ve výčtu klíčových kompetencí daných přírodovědných předmětů.
- S danými pojmy se žáci setkají v běžném životě.

Pro účely kvantitativního výzkumu prekonceptů byly vybrány tyto pojmy:

- 1) objekty a látky – živá (neživá) přírodnina, živý organismus, lidský výrobek, pevná látka, kapalina, plyn
- 2) děje – změna skupenství, přenos tepla, výměna energie
- 3) charakteristiky – energie, hustota

5.1 Metody sběru dat

Jako metoda výzkumu bylo zvoleno testování – měření výkonu v zadaných úkolech. Test byl sestaven tak, že první část obsahovala základní informace – analytická data, která byla potřeba k získání identifikačních údajů probandů (pohlaví, a demografický údaj) a ve druhé části následovaly otázky. Jednotlivé úlohy byly kombinované – uzavřené otázky, kde jsou probandům předkládány různé varianty odpovědi (alternativní – 2 možnosti odpovědi, selektivní – více než 2 možnosti odpovědi), polouzavřené otázky (výběr z možných variant, případně možnost vlastní odpovědi) a otázky otevřené, kde žák odpovědi tvoří či doplňuje. I když úlohy s výběrem odpovědi nejsou při zjišťování prekonceptů jedinou možnou alternativou, někdy jsou považovány za nejvhodnější pro tento typ výzkumu, proto většina otázek byla tohoto typu. Možnosti odpovědí byly zvoleny tak, aby ukázaly na základní nedostatky v porozumění vybraných pojmů. Základní kritéria zohledněná při konstrukci testu byla následující:

- srozumitelná a jednoduchá otázka,
- možnost objektivního vyhodnocení odpovědí – statistické zpracování,
- malá časová náročnost,
- úroveň otázek a výběr pojmů odpovídající mentální úrovni žáka základní školy.

Volba typu otázek a jejich formulace zohledňovala zejména časové hledisko – vyplňování otevřených položek v testu je pro žáky na I. stupni základní školy neúměrně časově náročné. Žák základní školy má navíc problémy splnit požadavek v písemné podobě přesně formulovat svou představu o daném pojmu. Výzkumná šetření byla provedena v běžné vyučovací hodině (45 minut). Žákům byl předložen připravený test s deseti otázkami. Shromažďovanými údaji byly kromě samotných odpovědí na jednotlivé otázky i údaje o geografické poloze školy, počtu obyvatel v místě školy, věku studentů a pohlaví.

Dále byla při sestavování testu zohledněna možnost chybějících údajů, jejímž důvodem může být např.:

- neporozumění danému úkolu,
- porozumění danému úkolu, ale nabízené varianty odpovědí nenabízí vhodnou možnost výběru.
- nedostatek času.

Naší snahou bylo prověřit existenci těchto příčin a případně je eliminovat na základě analýzy předvýzkumu. Znění některých otázek bylo v první a druhé etapě výzkumu doplněno, či přeformulováno dle získaných podnětů.

V rámci předvýzkumu byla data tříděna pomocí čárkovací metody do tabulek absolutních četností (viz dále) a následně graficky interpretována histogramy relativních četností a dále diskutována. V dalších etapách výzkumu byla kromě zmíněné čárkovací metody dále použita pro každou otázku klasifikační škála 1, 2, ..., 5 (1 = nejlepší, ..., 5 = nejhorší), případně 1 (správná) nebo 5 (špatná).

Při převodu výsledků na klasifikační stupně jsme vycházeli z procenta dosažených správných odpovědí takto (Chráška, 1999):

Tabulka 5.1 - Klasifikace podle procenta správných odpovědí

Procento správných odpovědí	Klasifikační stupeň
91 - 100	1
81 - 90	2
71 - 80	3
61 - 70	4
0 - 60	5

5.2 Popis nástrojů pro statistické zpracování dat výzkumu

Pro statistické zpracování dat výzkumu byl využit software Matlab, který zahrnuje nejen velké množství statistických metod, ale také metody pro umělé neuronové sítě a rozhodovací stromy. Předností tohoto systému je dostupnost zdrojových kódů

aplikačních procedur. Díky ní je možné tyto procedury tvůrčím způsobem modifikovat podle řešeného problému.

V první fázi výzkumu byla data základním způsobem tříděna pomocí čárkovací metody do tabulky absolutních četností. Označme f_i absolutní četnost hodnoty x_i .

Hodnota:

$$\varphi_i = \frac{f_i}{N} \quad (1)$$

kde N je rozsah souboru, definuje relativní četnost hodnoty x_i .

Takto utříděná data byla pro vyhodnocení každé otázky graficky znázorněna pomocí histogramů (polygonů) četností, kde jsou hodnoty reprezentovány prostřednictvím sloupců, jejichž výška odpovídá relativní (absolutní) četnosti.

Ve výzkumu bylo dále využito testování statistických hypotéz, které umožňuje posoudit, zda experimentálně získaná data vyhovují představám, které jsme (na základě těchto dat) učinili. Jako statistickou hypotézu chápeme určitý předpoklad o rozdělení náhodných veličin (Šmajstrla, Otipka 2006). Jestliže se tyto předpoklady týkají hodnot parametrů rozdělení náhodné veličiny, pak hovoříme o parametrických hypotézách. V opačném případě se jedná o hypotézy neparametrické. Při testování statistických hypotéz jsou porovnávány dvě hypotézy. Jedna hypotéza, tzv. nulová je hypotéza testovaná. Značíme ji obvykle H_0 . Druhou hypotézou je tzv. alternativní hypotéza (značíme H_1). Při posuzování platnosti nulové hypotézy stanovujeme hladinu významnosti α neboli pravděpodobnost (míru rizika) toho, že hypotézu H_0 neoprávněně zamítneme, ačkoliv platí (chyba I. druhu). Parametr α se přitom stanovuje obvykle jako 0,05 nebo 0,01.

Při rozhodnutí o hypotéze H_0 jsme odkázáni na informaci o náhodné veličině, která je obsažená v konečném počtu jejích pozorovaných hodnot a je proto zřejmé, že se můžeme dopustit chyb. Chyby při rozhodování o H_0 jsou dvojího druhu, jak ukazuje následující tabulka (Kunderová, 2004):

Tabulka 5.2 - Chyby při rozhodování o H_0

		Závěr testu	
		H_0 platí	H_0 neplatí
Skutečnost	H_0 platí	správný	chyba I. druhu
	H_0 neplatí	chyba II. druhu	správný

Existují tedy dvě možnosti chyby:

- **chyba I. druhu** – nulová hypotéza platí, ale zamítne se;
- **chyba II. druhu** – nulová hypotéza neplatí, ale přijme se.

Přirovnáme-li tuto situaci k medicínskému testování, pak chyba I. druhu znamená falešně pozitivní výsledek (pacient je zdravý, ale testování ukazuje na nemoc), chyba II. druhu odpovídá falešně negativnímu výsledku (pacient je nemocný, ale test to neodhalí). Pravděpodobnost chyby I. druhu je podmíněná pravděpodobnost, že zamítneme nulovou hypotézu za předpokladu, že platí – označujeme p . Pravděpodobnost chyby II. druhu je podmíněná pravděpodobnost, že nezamítneme nulovou hypotézu za předpokladu, že neplatí, označujeme p_0 (Šmajstrla, Otipka 2006):

$$P(\text{chyba I. druhu} \mid H_0 \text{ platí}) = p$$

$$P(\text{chyba II. druhu} \mid H_1 \text{ neplatí}) = p_0$$

Konvenční hodnoty pro p_0 jsou 0,2 nebo 0,1.

Někdy můžeme také mluvit o opačných jevech k chybě I. a II. druhu, tzn. o podmíněné pravděpodobnosti, že neuděláme chybu I. druhu (spolehlivost testu) nebo že neuděláme chybu II. druhu. Síla testu odpovídá hodnotě $(1 - p_0)$. Jedná se tedy o podmíněnou pravděpodobnost, že správně odhalíme testem neplatnost nulové hypotézy:

$$P(\text{neuděláme chybu I. druhu} \mid H_0 \text{ platí}) = 1 - p = \text{„spolehlivost“}$$

$$P(\text{neuděláme chybu II. druhu} \mid H_1 \text{ neplatí}) = 1 - p_0 = \text{„síla testu“}$$

Cílem při testování nulové hypotézy je omezit úroveň pravděpodobnosti chyb I. a II. druhu. Jinými slovy – usilujeme o maximalizaci spolehlivosti a síly testu (Šmajstrla, Otipka, 2006).

Statistická knihovna softwaru Matlab implementuje řadu testů:

- pro ověření hypotézy, že dva nezávislé soubory dat mají stejné rozdělení (Ansari-Bradleyho test, Wilcoxonův test, t -test pro 2 soubory dat),
- pro ověření hypotézy, že soubor dat vykazuje normální rozdělení (χ^2 test dobré shody, Jacque-Beraův test, t -test, Komolgorovův-Smirnovův test, z -test),
- pro ověření hypotézy, že hodnoty náhodné veličiny se objevují v sekvenci v náhodném pořadí (tzv. run-test) a další specializované testy.

Některé statistické testy nejsou přímo součástí statistické knihovny (statistics toolbox) v Matlabu. V následujícím textu jsou uvedeny další statistické funkce, které vyžadují naprogramování složitější procedury. Konkrétně jsme k vyhodnocení dat použili test nezávislosti pro kontingenční tabulky, jehož syntaxe je v příloze.

5.3 Kontingenční tabulky – test nezávislosti

Častým případem ve statistice je rozhodnutí, zda dvě náhodné veličiny, které nejsou kvantitativní, jsou nebo nejsou vzájemně nezávislé. Máme-li dvě kategoriální proměnné X , Y , kde X může nabývat hodnot x_1, x_2, \dots, x_k a veličina Y může nabývat hodnot y_1, y_2, \dots, y_l , pak rozdělení četností pozorovaných hodnot můžeme vyjádřit kontingenční tabulkou (dvourozměrnou tabulkou četností) (Kunderová, 2004):

Tabulka 5.3 - Dvourozměrná tabulka četností

		X						$n_{.j}$
		x_1	x_2	...	x_j	...	x_k	
Y	y_1	n_{11}	n_{12}	...	n_{1j}	...	n_{1k}	$n_{1.}$
	y_2	n_{21}	n_{22}	...			n_{2k}	$n_{2.}$
	\vdots	\vdots	\vdots				\vdots	\vdots
	y_i	n_{i1}		...	n_{ij}	...	n_{ik}	$n_{i.}$
	\vdots				\vdots		\vdots	\vdots
	y_l	n_{l1}	n_{l2}		n_{lj}		n_{lk}	$n_{l.}$
	$n_{.l}$	$n_{.1}$	$n_{.2}$		$n_{.j}$		$n_{.k}$	n

Hodnoty n_{ij} jsou absolutní četnosti, tzn. počty sledovaných objektů, kdy veličina Y má hodnotu y_i a současně veličina X má hodnotu x_j . Marginální četnosti $n_{i.}$ a $n_{.j}$, jsou definovány jako řádkové, resp. sloupcové součty:

$$n_{i.} = \sum_{j=1}^k n_{ij}, \quad n_{.j} = \sum_{i=1}^l n_{ij} \quad (2)$$

Celkový počet objektů n :

$$n = \sum_{j=1}^k \sum_{i=1}^l n_{ij} \quad (3)$$

Test nezávislosti dvou nominálních náhodných veličin X , Y je založen na tom, že můžeme odhadnout četnosti, které bychom pozorovali, kdyby opravdu veličiny X , Y

nezávislé byly. Jsou-li X, Y nezávislé, pak pravděpodobnost jevu, že současně nastane jev $Y = y_i$ a jev $X = x_j$ vyjádřit jako součin pravděpodobností.

Test lze tedy shrnout takto: formulujeme nulovou hypotézu H_0 o nezávislosti daných charakteristik. Poté stanovíme teoretické četnosti a spočítáme jejich odchylky od empirických hodnot (četností). Následně kvantifikujeme χ^2 dle vzorce (4) pro variantu kontingenční tabulky ($k \times l$).

Nulovou hypotézu formulujeme takto:

H_0 : veličiny X, Y jsou nezávislé.

Zamítneme ji tehdy, když pozorované (empirické) četnosti (observed frequency) n_{ij} budou podstatně odlišné od očekávaných (teoretických) četností (expected frequency) e_{ij} , tj. hodnot, které bychom pozorovali v našich datech, pokud by nulová hypotéza platila. Rozdíly mezi očekávanými a pozorovanými četnostmi ($n_{ij} - e_{ij}$) označujeme jako odchylky nebo rezidua (deviation). Testovou statistikou pro test nulové hypotézy je:

$$\chi^2 = \sum_{i=1}^k \sum_{j=1}^l \frac{(n_{ij} - e_{ij})^2}{e_{ij}} \quad (4)$$

kteřá má pro dostatečně velké četnosti rozdělení χ^2 s $(k-1)(l-1)$ stupni volnosti.

Kritický obor pro test nezávislosti je formulován takto:

$$W = \langle \chi_{(k-1)(l-1)}^2(1-\alpha), +\infty \rangle \quad (5)$$

Hodnoty očekávaných četností spočítáme takto:

$$e_{ij} = \frac{n_{i\cdot} n_{\cdot j}}{n} \quad (6)$$

Na zadané hladině významnosti porovnáme vypočtenou hodnotu chí-kvadrátu s příslušnou kritickou hodnotou a učiníme závěr o statistické významnosti, zda jsou dané dvě charakteristiky na sobě závislé (resp. nezávislé).

Podmínky pro použití testu nezávislosti v kontingenční tabulce:

- nejvíce 20 % teoretických četností může být menších než 5

- žádná teoretická četnost nesmí být menší než 1

Pro každou z deseti otázek z testu byly vytvořeny m-file soubory *FyzSUMXX.m*. Každý ze souborů *FyzSUMXX.m* volá funkci *konting_tabulkaII001* pro výpočet kontingenční tabulky a testování nezávislosti mezi daty pomocí chí-kvadrátu. Zdrojový kód funkce je uložen v souboru *konting_tabulkaII001.m* (viz příloha).

Možnými grafickými výstupy statistického šetření závislosti dvou náhodných veličin jsou např.:

- shlukový sloupcový graf a histogram relativních četností,
- mozaikový graf,
- kumulativní sloupcový graf,
- pruhový graf.

Pro zobrazení výsledků jednotlivých otázek výzkumu jsme využili shlukový sloupcový graf a histogram relativních četností.

6 Výzkum prekonceptů

6.1 Předvýzkum

Během listopadu 2005 byl sestaven test, který obsahoval celkem deset otázek. Prvních devět otázek bylo zaměřeno na výzkum představ týkajících se pojmů látka, energie (její přenos, možnosti využití) a hustota. Desátá otázka byla tvorba kognitivní (pojmové) mapy k základnímu pojmu Slunce pomocí zadaných vedlejších pojmů (viz příloha). Pilotáž testu byla provedena na dvou základních školách městského typu z Olomouce, a to na ZŠ Holečkova (fakultní základní škola) a ZŠ Hálkova (škola s rozšířenou výukou cizích jazyků a s třídami pro nadané děti). Předvýzkum byl proveden realizován za pomoci učitelů vybraných tříd, kteří žákům test zadali. Předvýzkum proběhl v 5. třídách na uvedených školách. Šetření se zúčastnilo celkem 75 respondentů, z toho bylo 42 chlapců a 33 dívek. Žáci měli na vyplnění testu 45 minut. Vyplňování testu bylo anonymní. V této části výzkumu žáci v testu nevyplňovali demografický údaj. Získaná data byla základním způsobem tříděna pomocí čárkovací metody do tabulky absolutních četností a následně přepočítána na četnosti relativní.

Otázka č. 1

Žáci měli rozdělit zadaná slova označující objekty, na živé a neživé přírodniny a lidský výrobek.

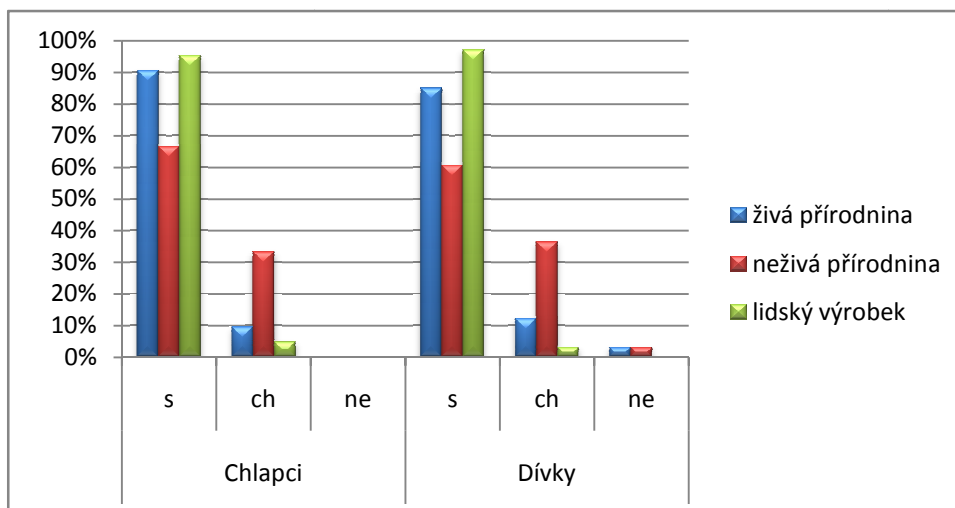
Slova slon, křemen, cihla, voda, žula, muchomůrka, skála, lípa, televize, mravenec, špendlík, jehla, bakterie, vzduch, automobil, která označují různé objekty, se dají rozdělit do tří skupin. Podle čeho jsi je rozdělil? Zapiš jednotlivé skupiny do tabulky a pojmenuj je.

Název skupiny:	Živá přírodnina	Neživá přírodnina	Lidský výrobek
Vybraná slova			

Úspěšnost správného rozdělení objektů ukazuje tabulka 6.1.

Tabulka 6.1

	Chlapci			Dívky		
	správná odpověď	chybná odpověď	žádná odpověď	správná odpověď	chybná odpověď	žádná odpověď
živá přírodnina	90,5 %	9,5 %	0 %	84,9 %	12,1 %	3 %
neživá přírodnina	66,5 %	33,3 %	0 %	60,6 %	36,4 %	3 %
lidský výrobek	95,2 %	4,8 %	0 %	97 %	3 %	0 %



Graf 6.1 - histogram relativní četnosti volených odpovědí (dle tabulky 6.1)

Jak je vidět z tabulky a grafu, významné rozdíly mezi chlapci a dívkami nebyly zaznamenány. Více chybných odpovědí se objevovalo při zařazování neživých přírodnin. Pouze jedno procento respondentů otázku nezodpovědělo.

Otázka č. 2

Tato otázka byla zaměřena na oblast prekonceptů, které se týkají pojmů látka a skupenství.

Vyhledej slova (označují látky nebo předměty), která mají mezi sebou něco společného. Tuto společnou vlastnost pojmenuj (např. „mají stejnou barvu“, „mají stejné skupenství“ a tak podobně i u jiných vlastností, které Tě napadnou) a vše, co má uvedenou vlastnost zapiš do jednoho řádku.

Voda, železo, dřevo, papír, zmrzlina, mléko, jablko, automobil, moře, sníh, lavice, kniha, déšť, strom, kámen, vzduch, mlha, sešit.

Pokud se ti zdá, že slov na výběr je málo a mají také vlastnost, kterou jsi vybral, doplň k nim svá vlastní slova.

stejná barva:

skupenství:

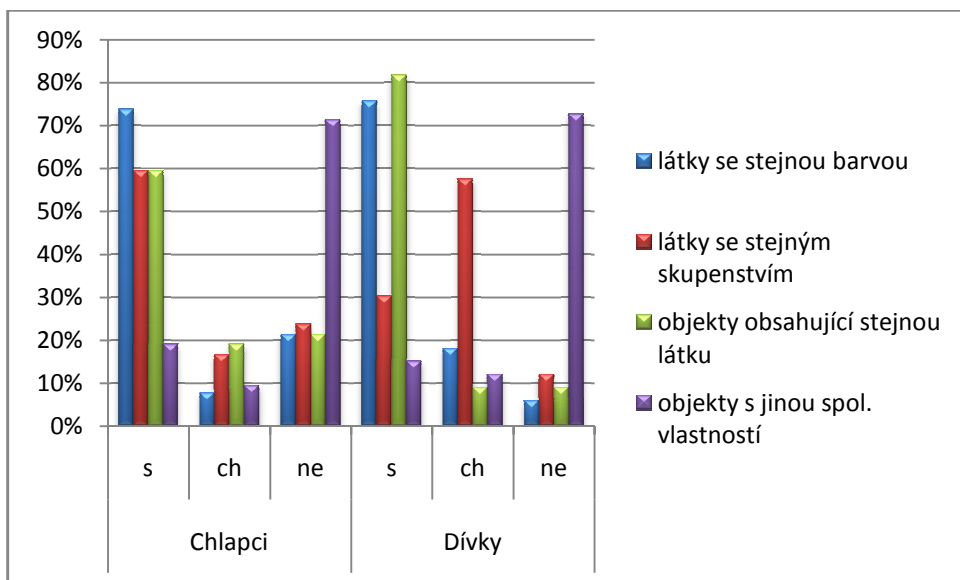
obsahují stejnou látku:

doplň jinou vlastnost:

Jak ukazuje tabulka 6.2 a graf 6.2, určení stejného skupenství činilo velké problémy dívkám, kde bylo více než 57 % chybných odpovědí. Asi jedna pětina chlapců nedokázala odpovědět vůbec. 71 % žáků nedoplnilo žádnou jinou vlastnost, kromě nabízených možností. Uvedené výsledky poukazují na to, že pojmu látka, těleso a skupenství, jakožto jednomu z integrujících pojmů, je třeba věnovat zvýšenou pozornost.

Tabulka 6.2

	Chlapci			Dívky		
	správná odpověď	chybná odpověď	žádná odpověď	správná odpověď	chybná odpověď	žádná odpověď
látky se stejnou barvou	73,8 %	7,8 %	21,4 %	75,8 %	18,2 %	6,0 %
látky se stejným skupenstvím	59,5 %	16,7 %	23,8 %	30,3 %	57,6 %	12,1 %
objekty obsahující stejnou látku	59,5 %	19,1 %	21,4 %	81,8 %	9,1 %	9,1 %
objekty s jinou spol. vlastností	19,1 %	9,5 %	71,4 %	15,2 %	12,1 %	72,7 %



Graf 6.2 - histogram relativní četnosti volených odpovědí (dle tabulky 6.2)

Otázka č. 3

Otázka měla poukázat na prekoncepty žáků, které se týkají tepla – jeho přenosu, představě o vztahu tepla a teploty.

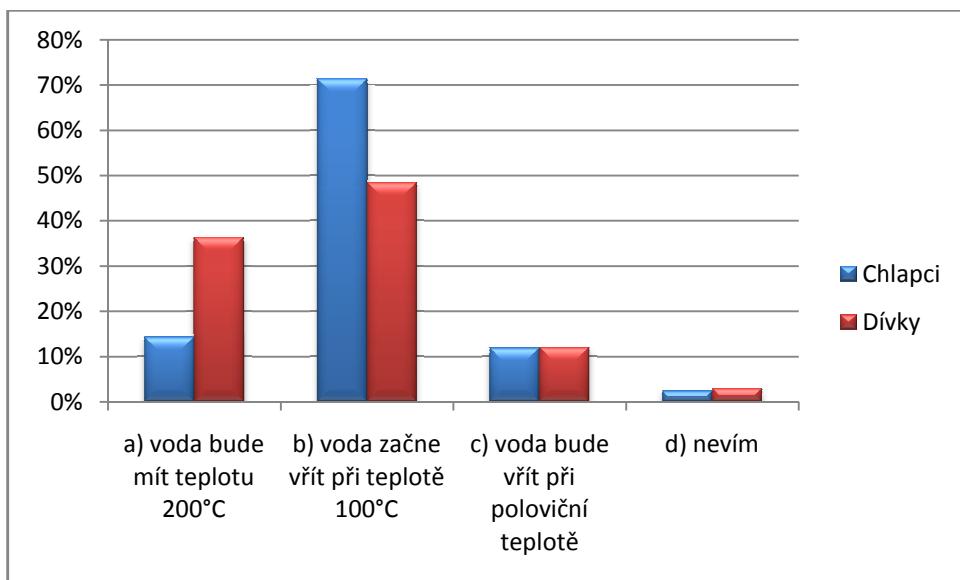
Představ si, že máš malý hrníček s vodou a budeš jej zahřívat plamenem jedné svíčky. Voda začne vřít (víš, že vroucí voda má teplotu 100 °C). Co se stane, když místo plamene jedné svíčky použiješ svíčky dvě?

- Voda bude mít teplotu 200 °C.*
- Voda začne vřít při teplotě 100 °C.*
- Voda bude vřít při poloviční teplotě.*
- Nevím.*

Jak ukazuje tabulka a graf 6.3, většina chlapců volila správně odpověď b), avšak dívky volily téměř stejně často variantu a) i b). Ukazuje se, že i když je již velmi dlouho známo, že pojmy teplo a teplota jsou pojmy problémové, přetrvává tento problém i nadále.

Tabulka 6.3

Odpověď	Chlapci	Dívky
a) voda bude mít teplotu 200 °C	14,3 %	36,4 %
b) voda začne vřít při teplotě 100 °C	71,4 %	48,5 %
c) voda bude vřít při poloviční teplotě	11,9 %	12,1 %
d) nevím	2,4 %	3 %



Graf 6.3 - histogram relativní četnosti volených odpovědí (dle tabulky 6.3)

Otázka č. 4

Tato otázka se týkala opět přenosu tepla a vlastností materiálů, které žáci znají z běžného života.

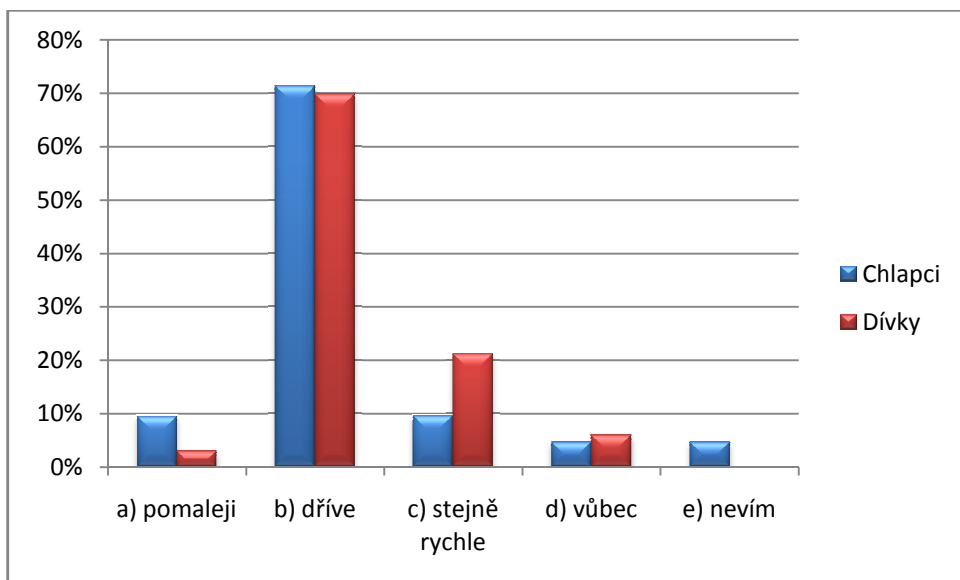
V zimě Tě příjemně hřeje kožíšek nebo prošívaná bunda. Co se stane s kouskem zmrzliny, když jej zabalíš do kožichu?

- a) Zmrzlina bude tát pomaleji.
- b) Zmrzlina roztaje dříve.
- c) Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole.
- d) Zmrzlina vůbec neroztaje.
- e) Nevím.

V odpovědích se ukázalo, že pojem teplo je problémový a bude třeba jej důkladně propracovat v rámci integrované výuky přírodovědných předmětů (viz graf 6.4).

Tabulka 6.4

Odpověď	Chlapci	Dívky
a) zmrzlina bude tát pomaleji	9,5 %	3 %
b) zmrzlina roztaje dříve	71,4 %	69,8 %
c) zmrzlina roztaje stejně rychle	9,6 %	21,2 %
d) zmrzlina vůbec neroztaje	4,7 %	6 %
e) nevím	4,7 %	0 %



Graf 6.4 - histogram relativní četností volených odpovědí (dle tabulky 6.4)

Otázky č. 5 a 6 se týkaly představ žáků vztahujících se k podmínkám existence života a s ním související využití energie.

Otázka č. 5

Zakroužkuj, co potřebují všechny živé organismy.

- a) vodu
- b) energii
- c) vzduch
- d) led
- e) pohyb

U otázky 5 se ukazuje, že žáci považují za nezbytné pro živé organismy zejména vodu (89,3 %) a vzduch (88 %). Zajímavé je, že 90 % chlapců označilo jako nezbytný pro život také led. Naproti tomu z dívek neoznačila led ani jedna. Na otázku neodpověděly 4 % respondentů.

Otázka č. 6

Uvedené látky, tělesa, živočichové mají v sobě skrytou energii. Napiš ke každé látce, tělesu, živočichovi, jak můžeme tuto energii využít?

<i>Uhlí</i>	
<i>Voda</i>	
<i>Pára</i>	
<i>Slunce</i>	
<i>Benzín</i>	
<i>Kůň</i>	
<i>Člověk</i>	

O využití energie uhlí, vody, páry atd. mají žáci nejrůznější představy. I když se o těchto problémech běžně hovoří, žák nemá správné prekoncepty využitelné ve fyzice a chemii, popř. přírodovědě, což se také ukazuje i v odpovědích v otázce 7. Nejméně správných odpovědí bylo uváděno v případě využití energie páry a vody. Jen 42 % žáků dokázalo vyspat, jak využívá energii člověk.

Otázka č. 7

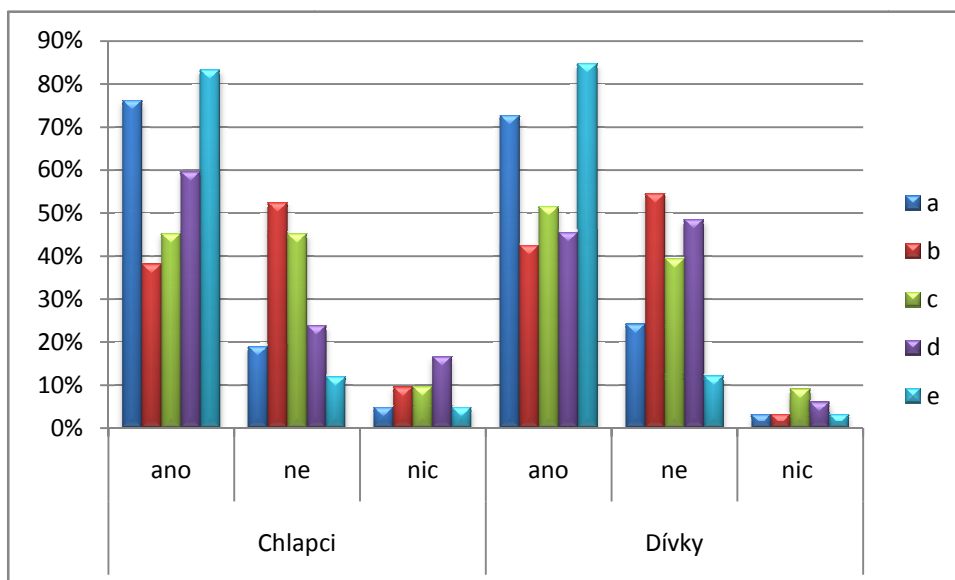
V otázce 7 měli žáci zatrhnout správnou odpověď ano či ne. Správná odpověď byla ve všech případech odpověď „ano“.

- | | |
|---|-----------------|
| <i>a) Světlušky vyzařují světelnou energii</i> | <i>ANO – NE</i> |
| <i>b) Kolem sněženek rychleji taje sníh (protože vydávají teplo)</i> | <i>ANO – NE</i> |
| <i>c) Velryby vydechují ve vodě vodní páru</i> | <i>ANO – NE</i> |
| <i>d) Stěny kvasné nádoby, ve které kvasinky způsobují kvašení, se ohřívají</i> | <i>ANO – NE</i> |
| <i>e) Tvé tělo vydává teplo</i> | <i>ANO – NE</i> |

Přehled odpovědí je uveden v tabulce 6.5. Čísla označují procentuální zastoupení jednotlivých odpovědí.

Tabulka 6.5

Otázka	Chlapci			Dívky		
	ano	ne	žádná odpověď	ano	ne	žádná odpověď
a	76,2 %	19 %	4,8 %	72,7 %	24,2 %	3,1 %
b	38,1 %	52,4 %	9,5 %	42,4 %	54,5 %	3,1 %
c	45,2 %	45,2 %	9,6 %	51,5 %	39,4 %	9,1 %
d	59,6 %	23,8 %	16,6 %	45,5 %	48,5 %	6 %
e	83,3 %	11,9 %	4,8 %	84,8 %	12,1 %	3,1 %



Graf 6.5 - histogram relativní četnosti volených odpovědí (dle tabulky 6.5)

Otázky 8 a 9 se týkaly pojmu hustota. Žák chápe tento pojem intuitivně, ale dokáže jej spojit s konkrétními příklady a své představy aplikovat?

Otázka č. 8

Označ, (zakroužkuj) předměty, látky, které **plavou ve vodě**.

- kulička ze železa
- kulička ze dřeva
- skleněná kulička
- korková zátka
- pravítko z plastu
- brambor
- benzín
- olej

Téměř 90 % respondentů odpovědělo správně, že na vodě plave olej, 80 % označilo, že na vodě plave benzín a 70 % označilo kuličku ze dřeva. Zajímavé je, že 33 % respondentů označilo brambor a 5,3 % kuličku ze železa.

Otázka č. 9

V každé dvojici označ (zakroužkuj) látku nebo předmět, který má **větší hustotu**.

- voda sirup
- dřevo železo
- voda polystyren
- dřevo voda
- voda vzduch
- olej voda

V otázce 9 vybralo téměř 90 % respondentů jako látku o větší hustotě sirup oproti vodě a železo oproti dřevu. Větší problém činilo srovnání hustoty vody a polystyrenu, kdy vodu

volilo 40 % žáků a polystyren 53 % žáků. Při srovnání hustoty oleje a vody, označilo jako látku o větší hustotě olej 25 % žáků a vodu zvolilo 72 % žáků. Zbývající žáci otázku nezodpověděli.

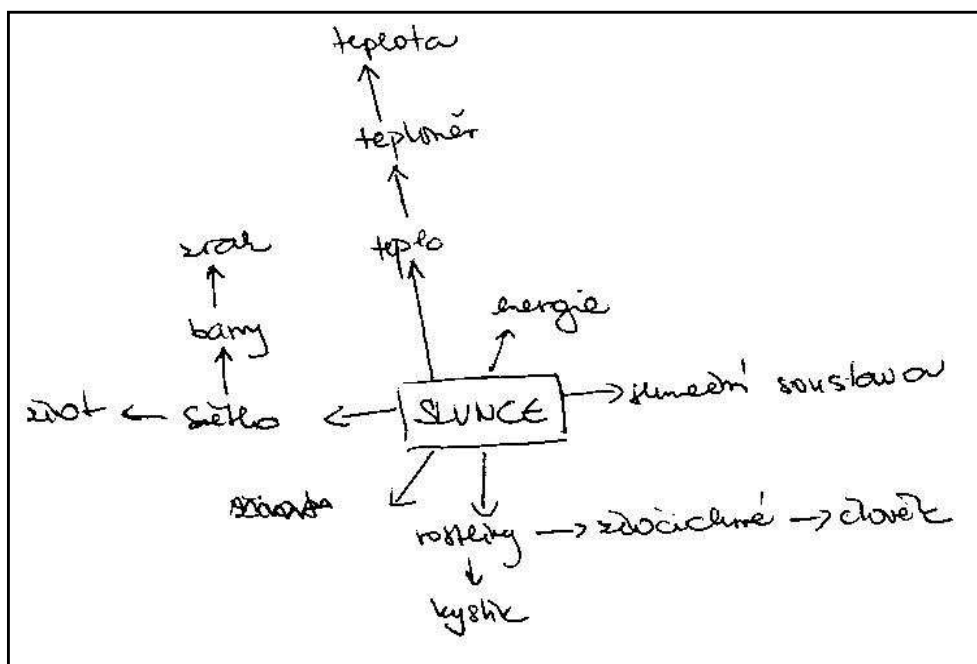
Otázka č. 10

*Nakresli obrázek, kde budou zapsána slova, která nějak souvisejí se slovem **Slunce**. Čarami vyznač, která slova patří k sobě.*

*Pro svůj obrázek použij slova: **Slunce, teplo, teplota, světlo, teploměr, život, rostliny, kyslík, energie, zrak, Sluneční soustava, barvy**.*

Uvedená slova můžeš doplnit o další, která tě v souvislosti se Sluncem napadnou. Samozřejmě můžeš některá slova vynechat.

Otázka č. 10 byla věnována pojmové mapě. Protože se s tímto typem otázek žáci na našich školách nesetkávají, ne všichni dokázali mapu vytvořit. Počet přiřazených pojmů se nejčastěji pohyboval mezi 6 a 8. Devět žáků otázku nezodpovědělo. Asi jedna třetina studentů se kromě vypsání pojmů pokusila i o jejich hierarchické seřazení. Nejčastěji se v souvislosti s pojmem Slunce objevovaly pojmy světlo, Sluneční soustava, teplo, barvy.



Obrázek 6.1 - ukázka pojmové mapy

Test byl zadán k posouzení i studentům VŠ, budoucím učitelům přírodovědných předmětů (Ch, Bi, M), kteří měli jednak vyřešit úkoly a také se měli vyjádřit ke srozumitelnosti zadaných položek v testu.

Tři otázky se studentům VŠ jevily příliš nesrozumitelné či obtížné, navrhli jejich přeformulování, např. otázka:

*„Vyhledej slova (označující látky a předměty), která mají mezi sebou něco společného. Tuto společnou vlastnost pojmenuj (např. mají stejnou barvu, mají stejné skupenství, a tak podobně i u jiných vlastností, které tě napadnou) a vše, co má uvedenou vlastnost, zapiš do jednoho řádku. **Voda, železo, dřevo, papír, zmrzlina, mléko, jablko, automobil, moře, sněh, lavice, kniha, déšť, strom, kámen, vzduch, mlha, sešit.***

Pokud se ti zdá, že slov na výběr je málo a mají také vlastnost, kterou sis vybral, doplň k nim svá vlastní slova.“

U některých otázek doporučili ponechat více volného místa pro odpovědi, protože žáci 4. – 5. tříd, pro které je test určen, píšou velkým písmem a odpověď by se do daných kolonek nevešla.

Nejvíce připomínek měli studenti VŠ k zadání vytvoření pojmové mapy ke slovu SLUNCE. Někteří požadovali u zadavatele testu doplňující informace k tvorbě mapy, jinak by nedokázali pojmovou mapu sestavit. Tato kvalitativní metoda diagnostiky vědění (znalostí) není pochopena ani mnohými VŠ studenty, což ukázaly jejich vytvořené pojmové mapy. Pro efektivní přínos výzkumu prekonceptů žáků je samozřejmě ideální variantou situace, kdy žák svou pojmovou mapu vytvoří zcela sám. To se ale zejména u žáků prvního stupně základní školy jeví jako velmi problematické.

Hlavním cílem realizovaného předvýzkumu bylo ověření časových možností realizace vlastního výzkumu a optimalizace testového šetření. Na základě vyhodnocení pilotáže bylo rozhodnuto v další fázi výzkumu znění některých testových otázek upravit, neboť byly pro žáky špatně srozumitelné. Rutinní řešení testu s většinou položek s výběrovou odpovědí klade na žáka základní školy vysoké požadavky na pozornost a soustředění. Vybrané otázky byly tedy doplněny grafickým znázorněním, z důvodu větší motivace žáků a zpestření zadání úkolu. Tyto nově použité motivační prvky rovněž ve své práci ověřil i Bílek (2010) a v souladu s autorem je shrnujeme takto:

1) obrázkové položky:

- obrázek jako dekorace,
- obrázek v zadání jako jeho součást nahrazující text,

2) textové položky:

- na praxi orientovaný text;
- strukturovaný text;

3) doplňovací položky:

- doplňování textu;
- přiřazovací úlohy.

6.2 Etapy výzkumu, souhrnné vyhodnocení

Na základě analýzy předvýzkumu a získaných zkušeností byl test upraven do finální podoby. Z otázek byla vyřazena pojmová mapa (otázka č. 10 z předvýzkumu). Žáci našich základních škol se s pojmovými mapami setkali během školní docházky jen zcela ojediněle, metodika použití kognitivních map nebyla v době realizace výzkumu zcela známa ani mezi učiteli. Otázka byla nahrazena úkolem přiřazování obrázků a pojmů. Pro žáky se jevila tato otázka méně náročná a více motivující. V rámci první etapy výzkumu byly testy rozeslány na základní školy v rámci celé republiky (Čechy i Morava). Průzkum byl opět realizován v pátých třídách základních škol. Výběr škol byl zcela náhodný, snahou bylo pokrýt všechny oblasti České republiky i různé typy základních škol. V první etapě výzkumu bylo zpracováno 418 vyplněných testů. Z celkového počtu 418 respondentů bylo 196 chlapců a 222 dívek. Druhé etapy výzkumu se zúčastnilo 535 respondentů (292 chlapců, 243 dívek), kteří vyplňovali stejný test a za stejných podmínek jako žáci v etapě první. Druhé etapy výzkumu se zúčastnily základní školy převážně ze Zlínského kraje a Olomouckého kraje. Opět byly zastoupeny obce s různým počtem obyvatel, takže bylo možné provést vyhodnocení úspěšnosti i z hlediska geografického. Navíc oproti první etapě výzkumu bylo u otázek, které obsahovaly podúkoly, provedeno vyhodnocení i jednotlivých dílčích otázek. Dále byla zaznamenána také absolutní a relativní četnost odpovědí v případě otázek 3, 4, 9 z důvodu identifikace četnosti volených variant otázky. Podrobný rozbor výsledků první a druhé etapy výzkumu uvádí „Závěrečná zpráva o výzkumu vybraných prekonceptů z oblasti přírodovědného vzdělávání“ (Holubová, Kainzová 2007).

Společné vyhodnocení první a druhé etapy výzkumu se týká 953 žáků z toho 488 chlapců a 465 dívek. V rámci společného vyhodnocení obou etap výzkumu dále uvádíme i konkrétní hodnoty chí-kvadrát testu, které potvrdí či vyvrátí statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků. Jde o test hypotézy založený na rozdílu mezi pozorovanými (empirickými) a očekávanými (teoretickými) četnostmi. Na zadané hladině významnosti porovnáváme vypočtenou hodnotu chí-kvadrát testu s příslušnou kritickou hodnotou a učiníme závěr o statistické významnosti, zda jsou dané dvě charakteristiky na sobě závislé (resp. nezávislé).

Rozhodujeme tedy o těchto nulových hypotézách výzkumného šetření:

H_{01} : Odpovědi na jednotlivé otázky nezávisí na pohlaví žáka. Chlapci jsou při řešení jednotlivých otázek stejně úspěšní jako dívky.

H_{02} : Odpovědi probandů na jednotlivé otázky nezávisí na lokalitě školy. Žáci navštěvující školu v malé (středně velké, velké) obci jsou při řešení jednotlivých otázek stejně úspěšní jako zbytek vzorku.

Způsob zpracování testů:

Každá otázka byla klasifikována škálou 1, 2, ..., 5 (1 = nejlepší, ..., 5 = nejhorší). Pokud šlo o otázky typu „správná – špatná odpověď“, byly klasifikovány 1 (správná) nebo 5 (špatná).

Pro statistické zpracování byl využit počítačový program Matlab, kde byl použit Chí-kvadrát test o $(k-1)*(l-1)$ stupních volnosti, kde k , l jsou rozsahy příslušného znaku. Pro každou otázku uvádíme kontingenční tabulku skutečných (empirických) četností (observed frequency) n_{ij} a kontingenční tabulku vypočtených očekávaných (teoretických) četností (expected frequency) e_{ij} . Dále uvádíme vypočtené hodnoty chí-kvadrát testu, které jsou dále porovnávány s vypočtenou kritickou hodnotou.

Žáci měli, stejně jako v případě předvýzkumu, na vyplnění testu jednu vyučovací hodinu.

Otázka č. 1

Slova *slon, křemen, cihla, voda, žula, muchomůrka, skála, lípa, televize, mravenec, špendlík, jehla, bakterie, vzduch, automobil*, která označují různé objekty, rozděl do skupin a zapiš do připravené tabulky.

Název skupiny:	Živá přírodnína	Neživá přírodnína	Lidský výrobek
Vybraná slova			

Vyhodnocení otázky č. 1 z hlediska pohlaví

V uvedených kontingenčních tabulkách, pro zjišťování statisticky významných rozdílů v odpovědích dívek a chlapců, je jako „znak 1“ zvoleno pohlaví (chlapci, dívky) a „znak 2“ klasifikace známkou, $n_{.j}$ a $n_{i.}$ označují příslušné řádkové (sloupcové) součty.

Tabulka 6.6 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	298	265	563
znak 2 - klas. známkou 2	157	172	329
znak 2 - klas. známkou 3	26	24	50
znak 2 - klas. známkou 4, 5	7	4	11
$n_{i.}$	488	465	953

Tabulka 6.7 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak1 - chlapci	znak1 - dívky	$n_{.j}$
znak2 - klas. známkou 1	288,29	274,71	563
znak2 - klas. známkou 2	168,47	160,53	329
znak2 - klas. známkou 3	25,6	24,4	50
znak2 - klas. známkou 4, 5	5,63	5,37	11
$n_{i.}$	488	465	953

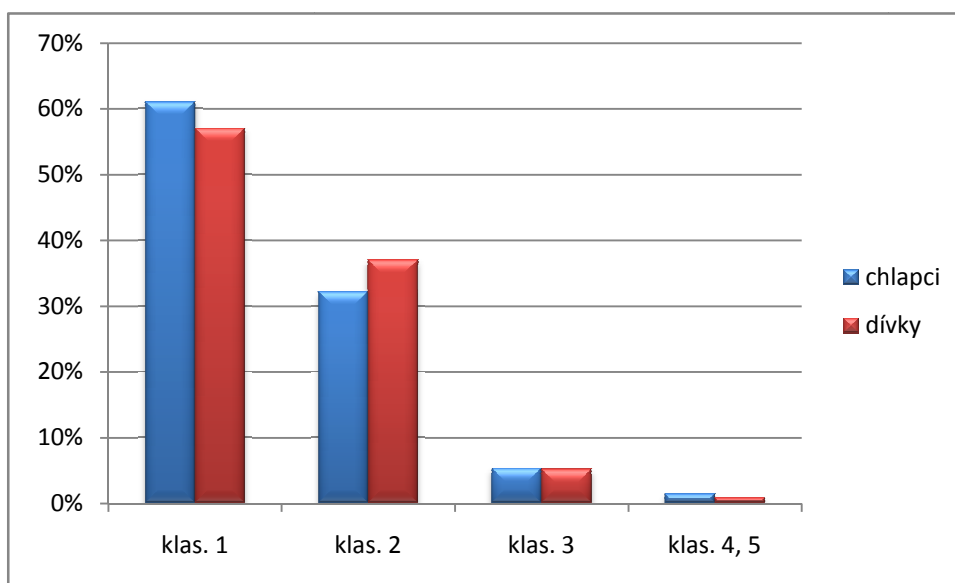
Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 2,966$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme. Z výpočtu je zřejmé, že nepozorujeme statisticky významné rozdíly v odpovědích chlapců u dívek u otázky č. 1. Z uvedené tabulky absolutních četností

vyplývá, že zastoupení správných a chybných odpovědí v první i druhé etapě bylo přibližně stejné. Odpovědi byly vyhodnoceny v obou etapách stejným způsobem.

Procentní zastoupení odpovědí hodnocených známkou 1 je jak u chlapců, tak u dívek přibližně stejné (61 % – chlapci, 57 % – dívky) viz graf 6.6. Relativní četnost odpovědí klasifikovaných známkou 2 je 32 % – chlapci a 37 % dívky. Nejnížší je podíl odpovědí klasifikovaných známkami 4 a 5 (1 % – chlapci, 1 % – dívky). Nejčastěji se vyskytovaly chyby v přiřazení slov: vzduch – lidský výrobek, bakterie – lidský výrobek, záměna slova bakterie za slovo baterie, voda – lidský výrobek, muchomůrka – neživá přírodnína.



Graf 6.6 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců

Vyhodnocení otázky č. 1 z hlediska lokality

V kontingenčních tabulkách pro zjišťování statisticky významných rozdílů v odpovědích žáků z malých, středních a velkých obcí je jako „znak 1“ označena klasifikace známkou, „znak 2“ reprezentuje lokalitu (malé, střední, velké obce).

Tabulka 6.8 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	255	17	272
znak 2 - střední obce	208	15	223
znak 2 - velké obce	429	29	458
$n_{i.}$	892	61	953

Tabulka 6.9 - kontingenční tabulka očekávaných četností

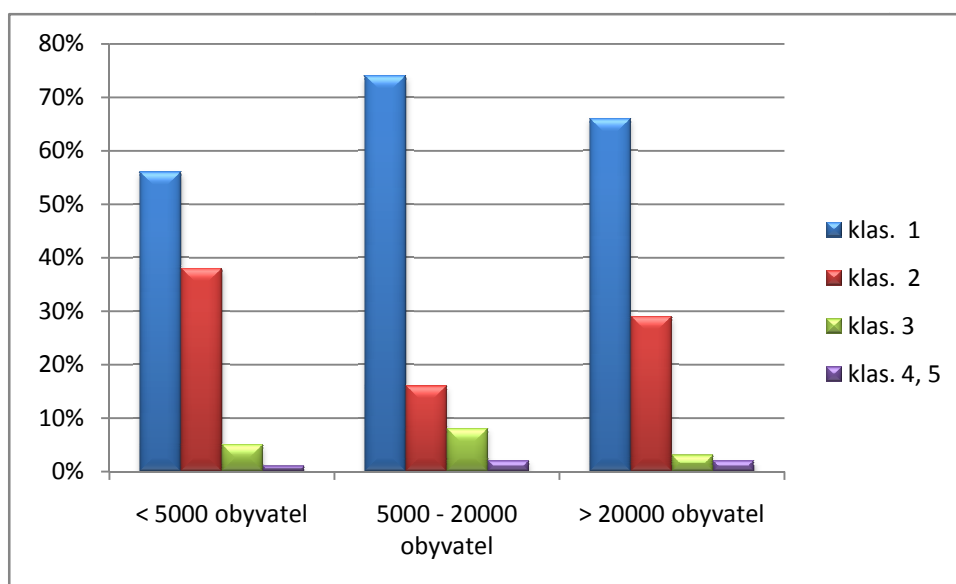
	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	254,59	17,41	272
znak 2 - střední obce	208,73	14,27	223
znak 2 - velké obce	428,68	29,32	458
$n_{i.}$	892	61	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 0,054$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme. Nepozorujeme tedy statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků z různě velkých lokalit.

Hodnocení z demografického hlediska neodhalilo významnější rozdíly mezi jednotlivými lokalitami (graf 6.7). Zajímavé je nižší procento správných odpovědí v případě malých obcí (do 5000 obyvatel). Otázka č. 1 se týkala pojmů, u nichž předpokládáme běžnou praxi z denního života. Původní předpoklad, že žáci z malých obcí mají bližší vztah k přírodě a přistupují k řešení jednoduchých přírodovědných problémů efektivněji, než žáci z velkých měst, ale po kvantifikaci chí-kvadrát testu vyvrácen nebyl.



Graf 6.7 - histogram relativní četnosti známek dle lokality

Otázka č. 2

Vyhledej slova (označují látky nebo předměty), která **mají společnou vlastnost** – stejné skupenství nebo obsahují stejnou látku. Slova vepiš do tabulek (některá slova se mohou opakovat vícekrát!).

Voda, železo, dřevo, papír, zmrzlina, mléko, jablko, automobil, moře, sníh, lavice, kniha, déšť, strom, kámen, vzduch, mlha, sešit.

Skupenství

<i>Pevná látka</i>	<i>Kapalina</i>	<i>Plyn</i>

Obsahují stejnou látku

<i>Voda</i>	<i>Dřevo</i>	<i>Kov</i>

Vyhodnocení otázky č. 2 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.10 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	271	266	537
znak 2 - klas. známkou 2	109	107	216
znak 2 - klas. známkou 3	68	59	127
znak 2 - klas. známkou 4, 5	40	33	73
$n_{i.}$	488	465	953

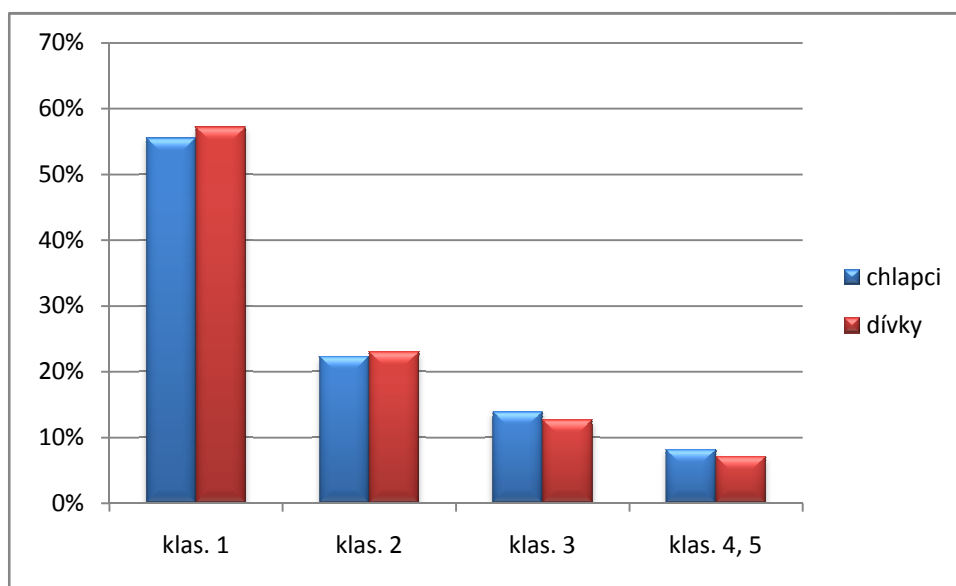
Tabulka 6.11 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	274,98	262,02	537
znak 2 - klas. známkou 2	110,61	105,39	216
znak 2 - klas. známkou 3	65,03	61,97	127
znak 2 - klas. známkou 4, 5	37,38	35,62	73
$n_{i.}$	488	465	953

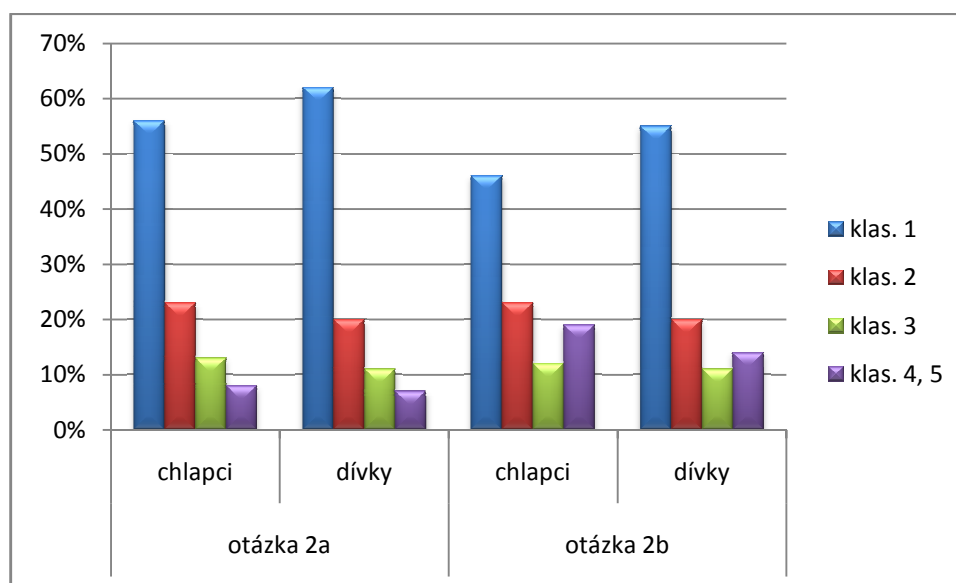
Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 0,82$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme. Vyhodnocení otázky č. 2 poukázalo na to, že asi jedna pětina žáků má problémy s rozlišením látek podle skupenství.



Graf 6.8 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců



Graf 6.9 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců

Graf 6.8 a 6.9 srovnává vzájemnou úspěšnost chlapců a dívek. Otázka byla rozdělena na dva podúkoly, které byly dále hodnoceny samostatně (viz graf 6.9). Část 2a se týkala rozdělení objektů na pevné látky, kapaliny a plyny, v části 2b bylo úkolem vybrat objekty obsahující stejnou látku (vodu, dřevo nebo kov). Největší rozdíl můžeme vidět

u klasifikace známkou 1, kdy dívky (62 %) byly o málo úspěšnější než chlapci (56 %) v první části otázky 2, obdobně je tomu i v případě druhé části otázky (2b). Procentní zastoupení odpovědí klasifikovaných známkou 2 je přibližně stejné u obou pohlaví (chlapci – 23 %, dívky 20 %) v obou částech otázky 2. Nejnižší je podíl odpovědí klasifikovaných známkou 5 (dívky 2 %, chlapci 3 %) v části 2a. V druhé části otázky se projevila vyšší četnost odpovědí klasifikovaných 4 a 5, zejména v případě chlapců. Nejčastějším důvodem bylo chybějící přiřazení nabízených objektů do předem daných kategorií (voda, dřevo, kov).

Nejčastější chybné odpovědi: sníh – kapalina (chybná odpověď), zmrzlina – kapalina (chybná odpověď), jablko – kapalina (chybná odpověď), automobil – plyn (chybná odpověď), mlha – kapalina (chybná odpověď).

Vyhodnocení otázky č. 2 z hlediska lokality

Tabulka 6.12 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	225	47	272
znak 2 - střední obce	164	59	223
znak 2 - velké obce	364	94	458
$n_{i.}$	753	200	953

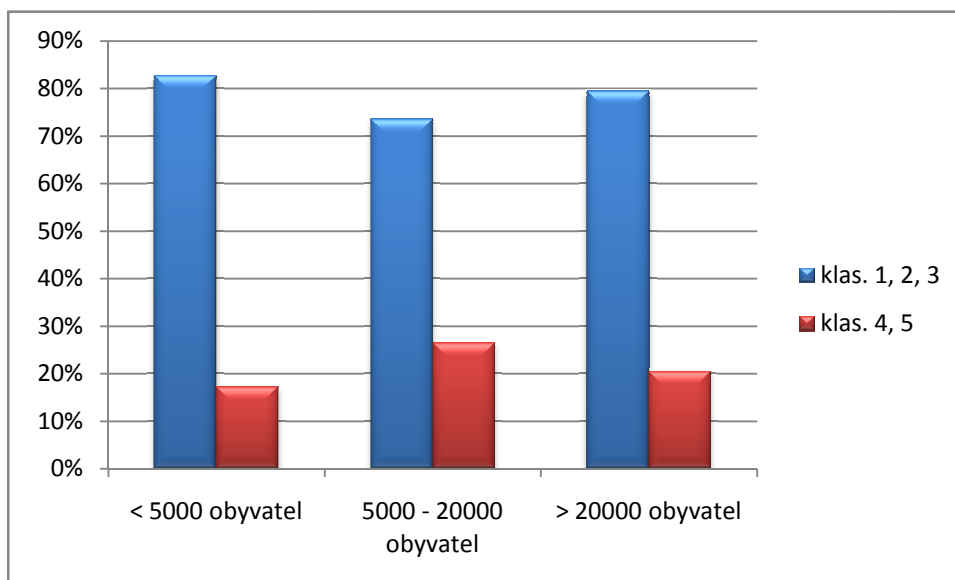
Tabulka 6.13 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	214,92	57,08	272
znak 2 - střední obce	176,2	46,8	223
znak 2 - velké obce	361,88	96,12	458
$n_{i.}$	753	200	953

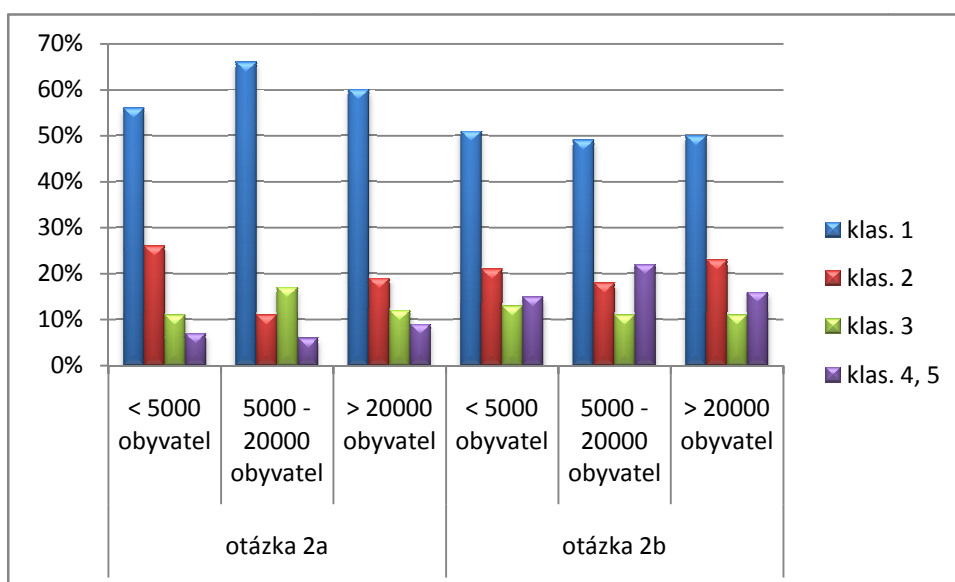
Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 6,337$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 , která nám říká, že zde určitá závislost existuje. Lze tedy potvrdit statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků z malých, středních a velkých obcí. Podíl odpovědí klasifikovaných známkami 4, 5 byl výraznější u středně velkých obcí (5000 – 20000 obyvatel).



Graf 6.10 - histogram relativní četnosti známek dle lokality



Graf 6.11 - histogram relativní četnosti známek dle lokality (rozděleno na podotázky 2a, 2b)

Otázka č. 3

Představ si, že máš malý hrníček s vodou a budeš jej zahřívat plamenem jedné svíčky. Voda začne vřít (víš, že vroucí voda má teplotu 100 °C). Co se stane, když místo plamene jedné svíčky použiješ svíčky dvě? Vybranou odpověď zakroužkuj.

- Voda bude vřít při teplotě 200 °C.
- Voda začne vřít při teplotě 100 °C.
- Voda bude vřít při teplotě 50 °C.
- Nevím

Vyhodnocení otázky č. 3 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.14 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	251	205	456
znak 2 - klas. známkou 5	237	260	497
$n_{i.}$	488	465	953

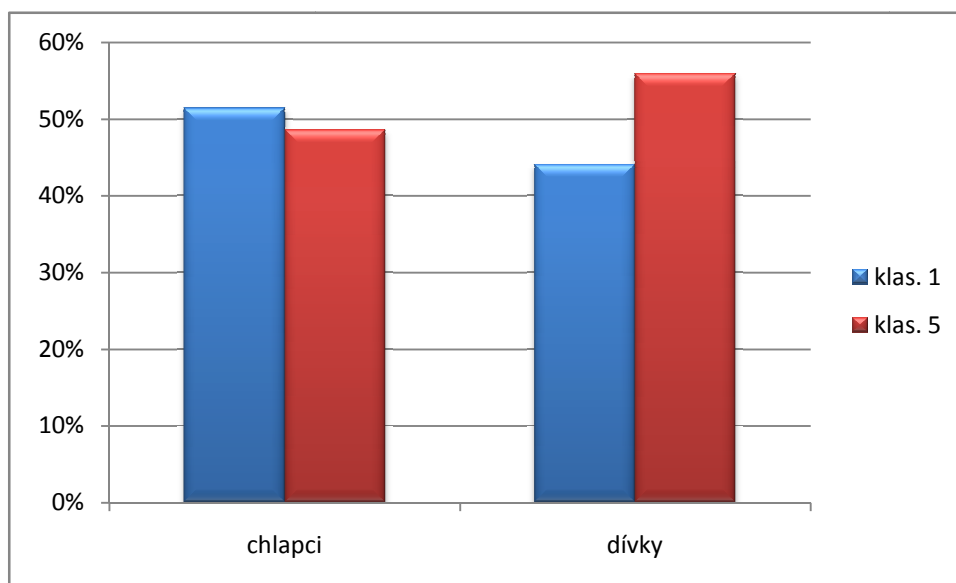
Tabulka 6.15 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	233,5	222,5	456
znak 2 - klas. známkou 5	254,5	242,5	497
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 5,154$.

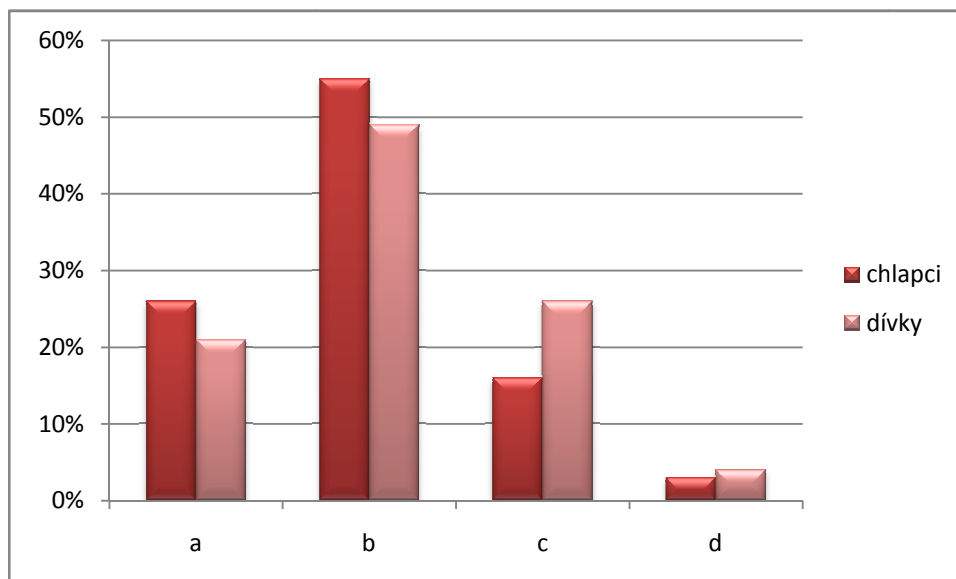
Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 1} = 3,841$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 , která potvrzuje statisticky významné rozdíly v odpovědích dívek a chlapců. Více než 56 % dívek odpovídalo chybně, v případě chlapců chybovalo 49 % (viz graf 6.12). Otázka č. 3 byla klasifikována jen dvěma známkami 1 a 5 (1 – správná odpověď, 5 – chybná odpověď). Ukazuje se, že „teplá a teplota“ patří mezi pojmy, které působí žákům velké problémy.



Graf 6.12 - srovnání úspěšnosti chlapců a dívek

Graf 6.13 ukazuje relativní četnost jednotlivých odpovědí (a – d) u chlapců a dívek. Největší podíl odpovědí je u možnosti b) Voda začne vřít při teplotě 100 °C – správná odpověď (55 % – chlapci, 49 % – dívky). Větší procento dívek než chlapců volilo možnost c) Voda bude vřít při teplotě 50 °C – chybná odpověď (26 % – dívky, 16 % – chlapci). Naopak tomu bylo u možnosti a) Voda bude vřít při teplotě 200 °C – chybná odpověď, kterou volilo větší procento chlapců než dívek (26 % – chlapci, 21 % – dívky).



Graf 6.13 - histogram relativní četnosti volených odpovědí

Vyhodnocení otázky č. 3 z hlediska lokality

Tabulka 6.16 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1	znak 1 - klas. zn. 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	141	131	272
znak 2 - střední obce	138	85	223
znak 2 - velké obce	234	224	458
$n_{i.}$	513	440	953

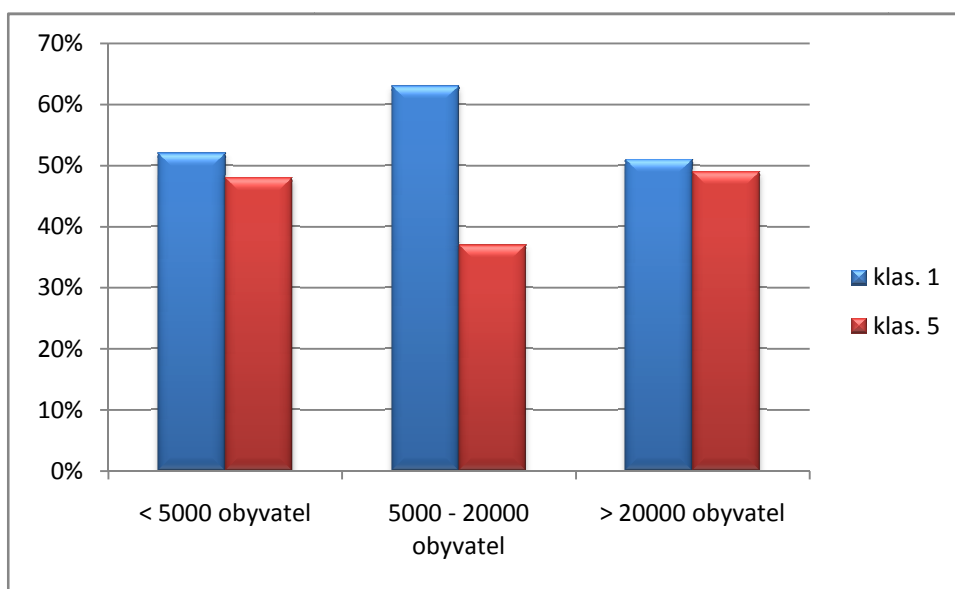
Tabulka 6.17 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1	znak 1 - klas. zn. 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	146,42	125,58	272
znak 2 - střední obce	120,04	102,96	223
znak 2 - velké obce	246,54	211,46	458
$n_{i.}$	513	440	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 7,636$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 . Z grafu 6.14 je zřejmé, že existují výraznější rozdíly v úspěšnosti středně velkých obcí vzhledem k zbytku vzorku. Více než 60 % žáků z těchto obcí odpovídalo správně na rozdíl od velkých obcí (> 20000 obyvatel), kde byla relativní četnost správných a chybných odpovědí téměř vyrovnaná.



Graf 6.14 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Otázka č. 4

V zimě Tě příjemně hřeje kožíšek nebo prošívaná bunda. Co se stane s kouskem zmrzliny, když jej zabalíš do kožichu? (výběr-zakroužkuj)

- Zmrzlina bude tát pomaleji.
- Zmrzlina roztaje dříve.
- Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole.
- Zmrzlina vůbec neroztaje.
- Nevím.

Vyhodnocení otázky č. 4 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.18 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapani	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	71	67	138
znak 2 - klas. známkou 5	417	398	815
$n_{i.}$	488	465	953

Tabulka 6.19 - kontingenční tabulka očekávaných četností

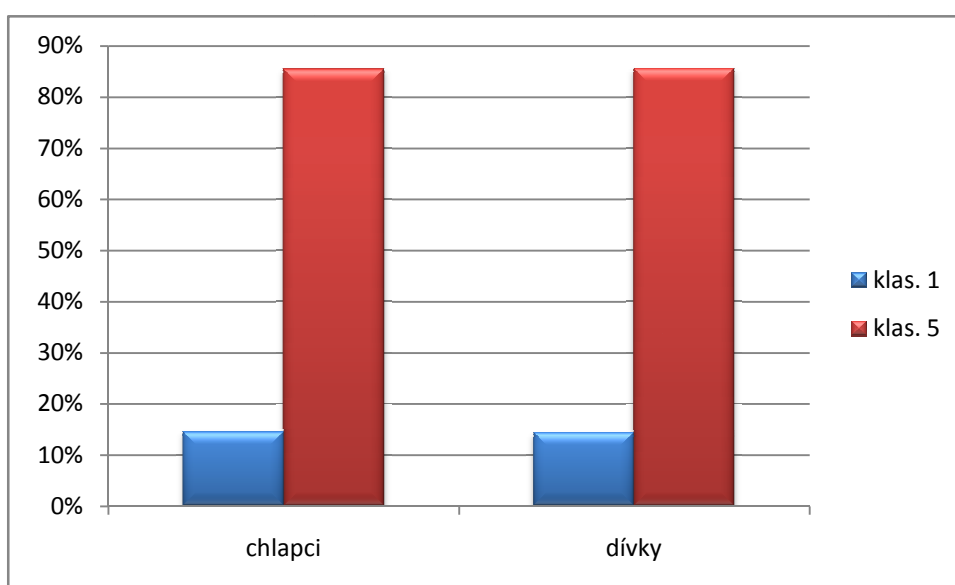
	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	70,67	67,33	138
znak 2 - klas. známkou 5	417,33	397,67	815
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 0,004$.

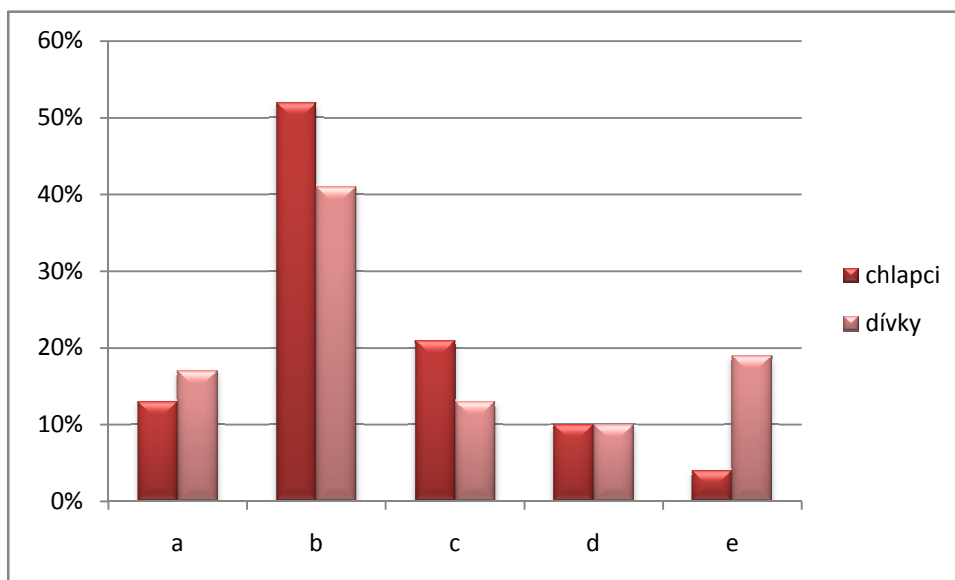
Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); l} = 3,841$.

Otázka č. 4 se týkala problematiky tepla a jeho přenosu. Stejně jako u otázky č. 3 je i zde použita klasifikace dvěma známkami 1 a 5 (1 – správná odpověď, 5 – chybná odpověď). Jedná se o otázku s velmi nízkou četností správných odpovědí (viz graf 6.15). Lze si všimnout, že podíl špatných odpovědí (klasifikovaných známkou 5; 85 % – chlapci, 86 % – dívky), je jak u chlapců, tak u dívek mnohem vyšší než podíl odpovědí správných. Statisticky významné rozdíly v odpovědích dívek a chlapců nepozorujeme. Pouze 15 % žáků odpovídalo správně.

Graf č. 6.16 zachycuje relativní četnost jednotlivých odpovědí (a až e), u chlapců a dívek, bez klasifikace. Nejčastěji volenou odpovědí byla možnost b) Zmrzlina roztaje dříve – chybná odpověď (52 % – chlapci, 41 % – dívky). Možnost a) Zmrzlina bude tát pomaleji – správná odpověď, volilo o málo větší procento dívek než chlapců (13 % – chlapci, 17 % dívky). U odpovědi c) Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole – chybná odpověď, tomu bylo naopak (21 % – chlapci, 13 % – dívky). Odpověď e) Nevím, volilo jen malé procento chlapců (4 %), na rozdíl od dívek (19 %).



Graf 6.15 - srovnání úspěšnosti chlapců a dívek



Graf 6.16 - histogram relativní četnosti volených odpovědí

Vyhodnocení otázky č. 4 z hlediska lokality

Tabulka 6.20 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1	znak 1 - klas. zn. 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	42	230	272
znak 2 - střední obce	39	184	223
znak 2 - velké obce	57	401	458
$n_{i.}$	456	497	953

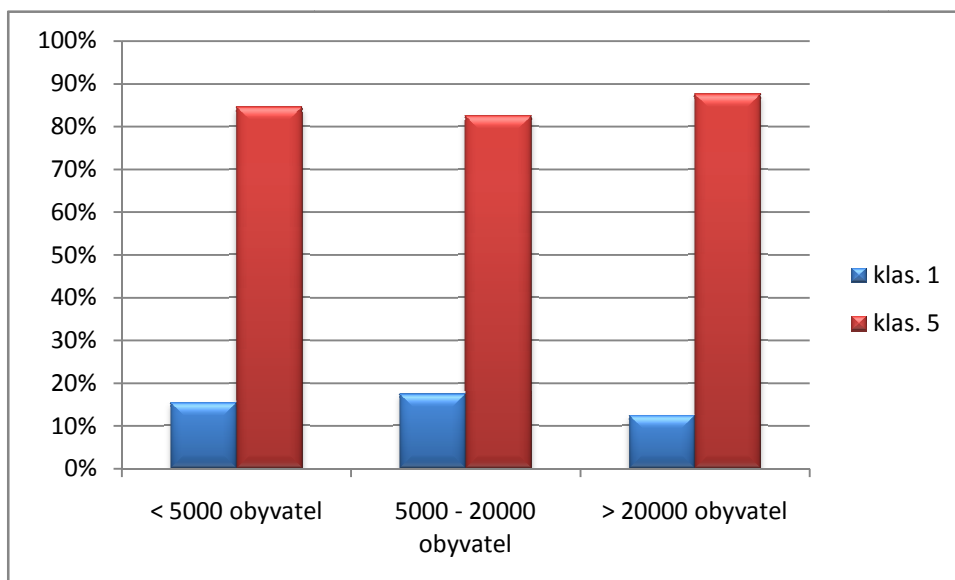
Tabulka 6.21 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1	znak 1 - klas. zn. 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	39,39	232,61	272
znak 2 - střední obce	32,29	190,71	223
znak 2 - velké obce	66,32	391,68	458
$n_{i.}$	138	815	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 3,364$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2}^2 = 5,991$.





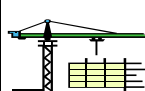
Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme. Z kvantifikace chí-kvadrát testu a z grafu 6.17 je zřejmé, že nepozorujeme statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků z hlediska lokality.



Graf 6.17 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Otázka č. 5

V prvním sloupci tabulky máš uvedené látky, tělesa a živočichy. Ti mají v sobě skrytou energii. Vyber podle obrázků u každé látky, tělesa a živočichovi, jak se může jejich **energie využít**? Svoji volbu označ do příslušného políčka křížkem

	 elektřina	 sport	 teplo	 pohyb	 práce
uhlí					
voda					
pára					
slunce					
benzín					
kůň					
člověk					

Vyhodnocení otázky č. 5 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.22 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	187	172	359
znak 2 - klas. známkou 2	148	150	298
znak 2 - klas. známkou 3	90	91	181
znak 2 - klas. známkou 4, 5	63	52	115
$n_{i.}$	488	465	953

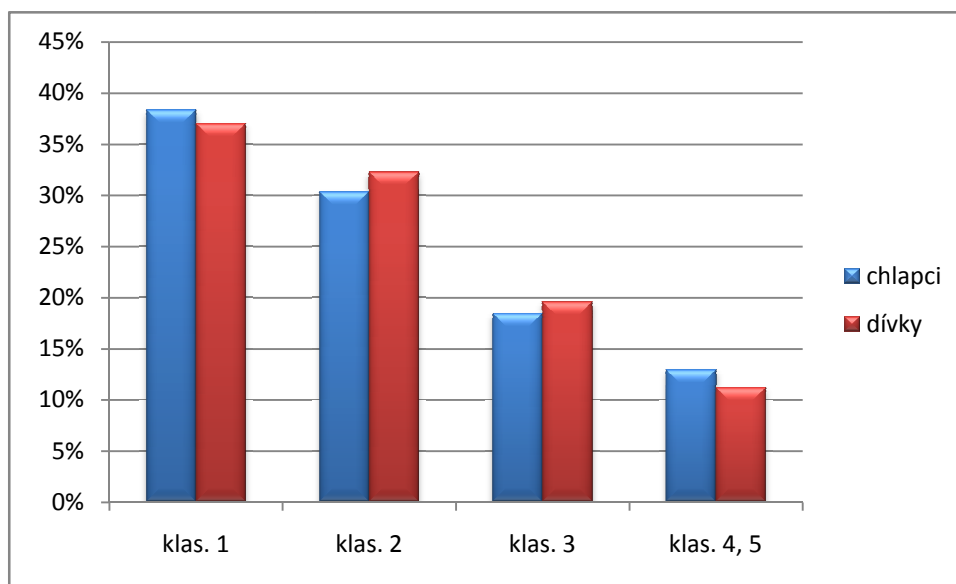
Tabulka 6.23 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	183,83	175,17	359
znak 2 - klas. známkou 2	152,6	145,4	298
znak 2 - klas. známkou 3	92,68	88,32	181
znak 2 - klas. známkou 4, 5	58,89	56,11	115
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 1,143$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

Otázka č. 5 byla zaměřena na pojem energie. Ukazuje se, že tento pojem je žákům na základní škole dostatečně známý. Neobjevily se ani statisticky významné rozdíly mezi chlapci a dívkami v četnosti správných odpovědí. Z grafu 6.18 je zřejmé, že procentní zastoupení odpovědí klasifikovaných známkami 1 až 5 je u dívek zhruba stejné jako u chlapců. Nejvyšší četnost vykazují klasifikace známkou 1 (38 % – chlapci, 37 % – dívky), dále klasifikace známkou 2 (30 % – chlapci, 32 % – dívky). Vyšší četnost odpovědí klasifikovaných známkou 4 a 5 (13 % – chlapci, 11 % – dívky) je způsobena tím, že někteří žáci zaznamenávali pro každý objekt pouze jeden případ využití jeho energie, což mohlo být způsobeno nepochopením zadání otázky, které ale nebylo potvrzeno v rámci první etapy výzkumu.



Graf 6.18 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců

Vyhodnocení otázky č. 5 z hlediska lokality

Tabulka 6.24 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{j\cdot}$
znak 2 - malé obce	183	89	272
znak 2 - střední obce	160	63	223
znak 2 - velké obce	314	144	458
$n_{i\cdot}$	657	296	953

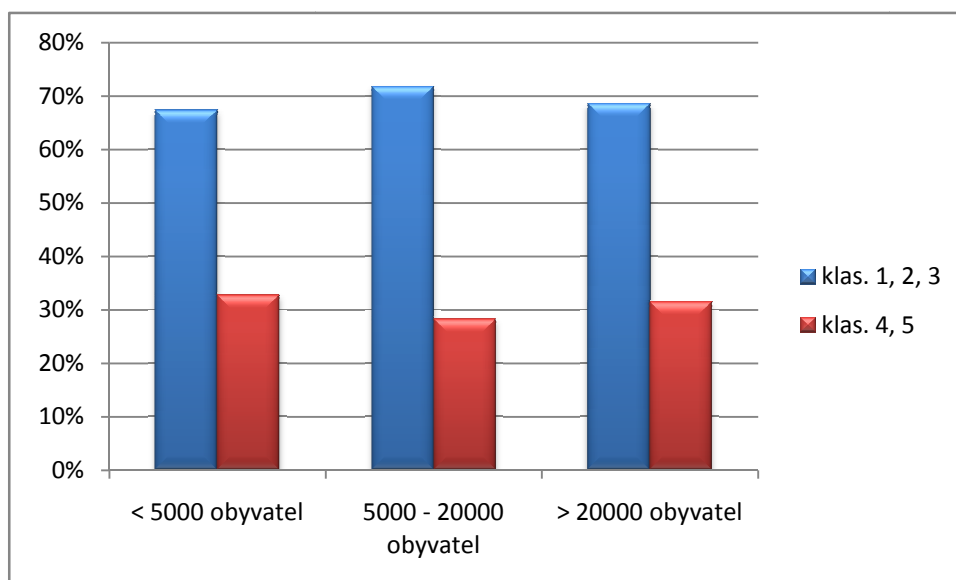
Tabulka 6.25 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{j\cdot}$
znak 2 - malé obce	187,52	84,48	272
znak 2 - střední obce	153,74	69,26	223
znak 2 - velké obce	315,75	142,25	458
$n_{i\cdot}$	657	296	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 1,203$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2}^2 = 5,991$.

Po porovnání kritické hodnoty s hodnotou testového kritéria nelze potvrdit statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků z různě velkých obcí.



Graf 6.19 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Otázka č. 6

Označ správné odpovědi (zakroužkuj ANO – NE):

- a) Světlušky vyzařují světelnou energii ANO – NE
b) Kolem sněženek rychleji taje sníh (protože vydávají teplo) ANO – NE
c) Velryby vydechují ve vodě vodní páru ANO – NE
d) Stěny kvasné nádoby, ve které kvasinky způsobují kvašení, se ohřívají ANO – NE
e) Tvé tělo vydává teplo ANO – NE

Vyhodnocení otázky 6 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.26 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	12	8	20
znak 2 - klas. známkou 2	74	72	146
znak 2 - klas. známkou 3	216	197	413
znak 2 - klas. známkou 4, 5	186	188	374
$n_{i.}$	488	465	953

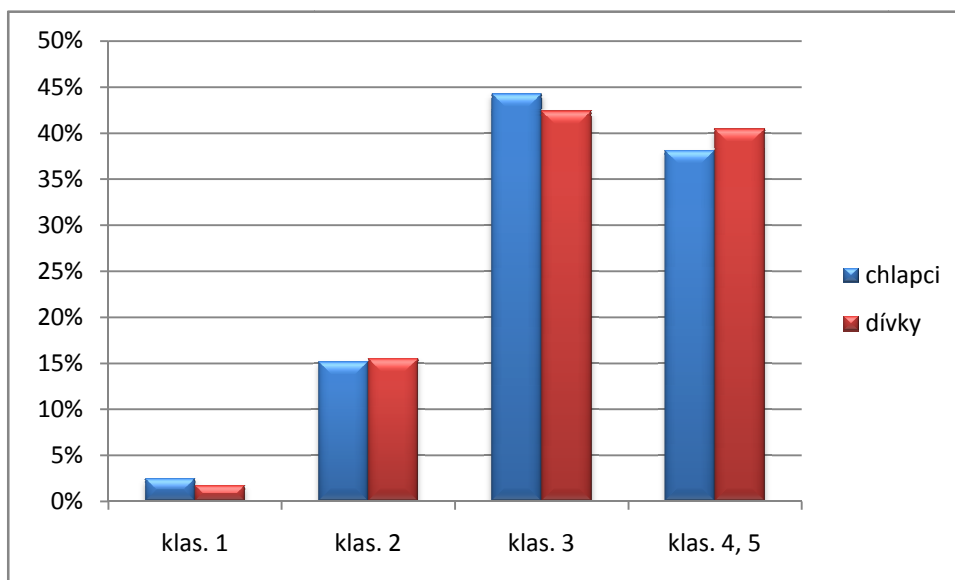
Tabulka 6.27 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	10,24	9,76	20
znak 2 - klas. známkou 2	74,76	71,24	146
znak 2 - klas. známkou 3	211,48	201,52	413
znak 2 - klas. známkou 4, 5	191,51	182,49	374
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 1,159$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

Otázka č. 6 zkoumala představy o pojmech energie a teplo z oblasti biologie. Z vypočítané hodnoty testového kritéria je zřejmé, že neexistují statisticky významné rozdíly v odpovědích chlapců a dívek. Četnost nesprávných odpovědí ukazuje závažné nedostatky ve zvládnutí těchto pojmů a tudíž nesprávné nebo chybějící prekoncepty.



Graf 6.20 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců

Každá z možností (a – e) byla dále ohodnocena známkami 1 (správná odpověď) nebo 5 (chybná odpověď). Správné možnosti byly ve všech případech možnosti ANO – klasifikace známkou 1.

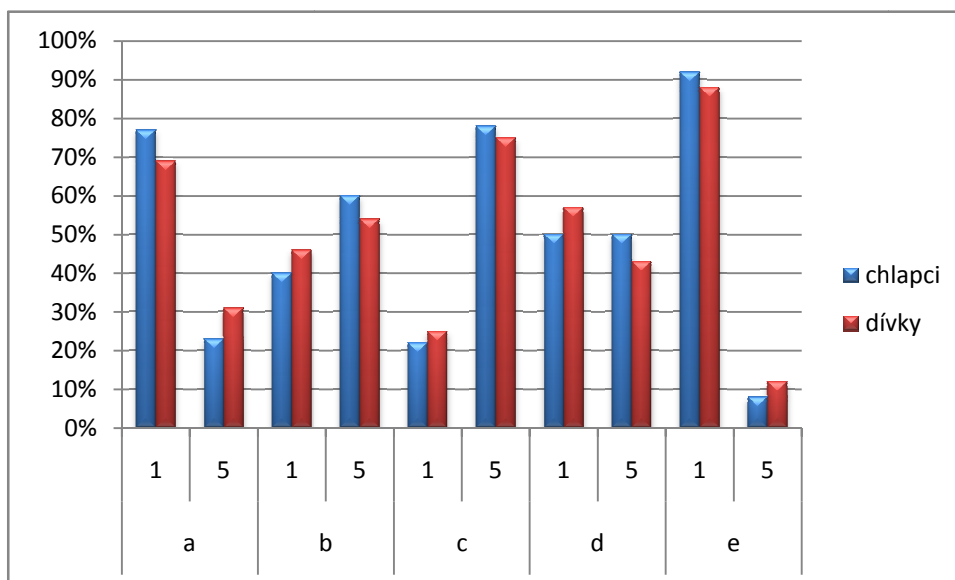
Z grafu 6.21 je zřejmé, že nejlépe zodpovězené možnosti byly:

- a) Světlušky vyzařují světelnou energii (ANO) – (77 % – chlapci, 69 % – dívky),
- e) Tvé tělo vydává teplo (ANO) – (92 % – chlapci, 88 % – dívky).

Jak u chlapců, tak u dívek převažují v obou případech správné odpovědi.

Nejhůře zodpovězené byly možnosti:

- b) Kolem sněženek rychleji taje sníh, protože vydávají teplo (ANO) – (40 % – chlapci, 46 % – dívky),
- c) Velryby vydechují ve vodě vodní páru (ANO) – (22 % – chlapci, 25 % – dívky).



Graf 6.21 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců vzhledem k variantám a - e

Vyhodnocení otázky 6 z hlediska lokality

Tabulka 6.28 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	98	174	272
znak 2 - střední obce	33	190	223
znak 2 - velké obce	65	393	458
$n_{i.}$	166	787	953

Tabulka 6.29 - kontingenční tabulka očekávaných četností

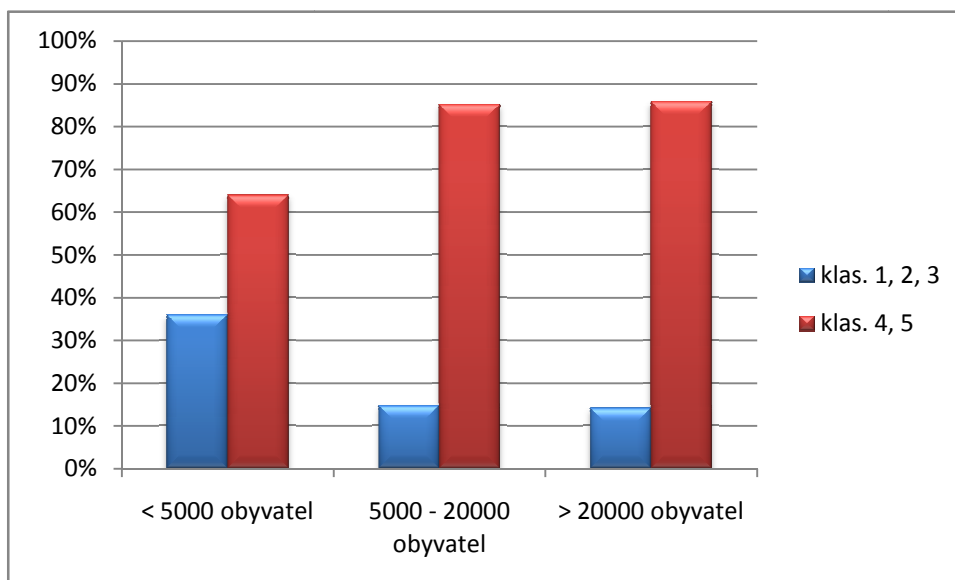
	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	67,38	204,62	272
znak 2 - střední obce	38,84	184,16	223
znak 2 - velké obce	79,78	378,22	458
$n_{i.}$	166	787	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 15,246$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 , která nám říká, že zde určitá závislost existuje.

Z hlediska geografického byly neúspěšnější žáci z obcí do 5000 obyvatel (graf 6.22). Bylo by možné usuzovat na větší zkušenosti z bližšího kontaktu s přírodou (život na venkově)?



Graf 6.22 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Otázka č. 7

Označ, (zakroužkuj) předměty a látky, které **plavou ve vodě**.

- | | |
|----------------------|---------------|
| a) kulička ze železa | e) polystyren |
| b) kulička ze dřeva | f) brambor |
| c) skleněná kulička | g) benzín |
| d) korková zátka | h) olej |

Vyhodnocení otázky 7 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.30 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	186	150	336
znak 2 - klas. známkou 2	128	125	253
znak 2 - klas. známkou 3	81	90	171
znak 2 - klas. známkou 4, 5	93	100	193
$n_{i.}$	488	465	953

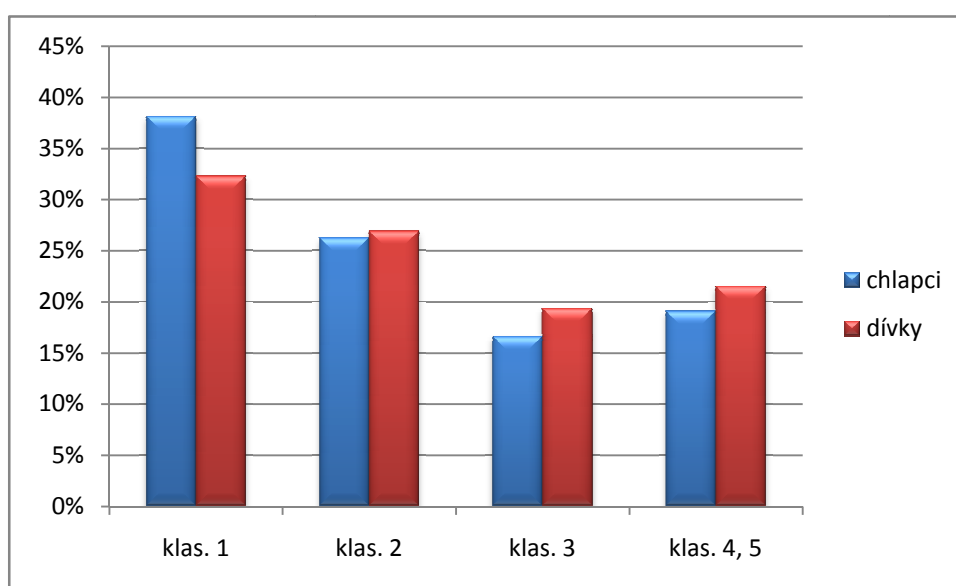
Tabulka 6.31 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	172,05	163,95	336
znak 2 - klas. známkou 2	129,55	123,45	253
znak 2 - klas. známkou 3	87,56	83,44	171
znak 2 - klas. známkou 4, 5	98,83	94,17	193
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 4,068$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

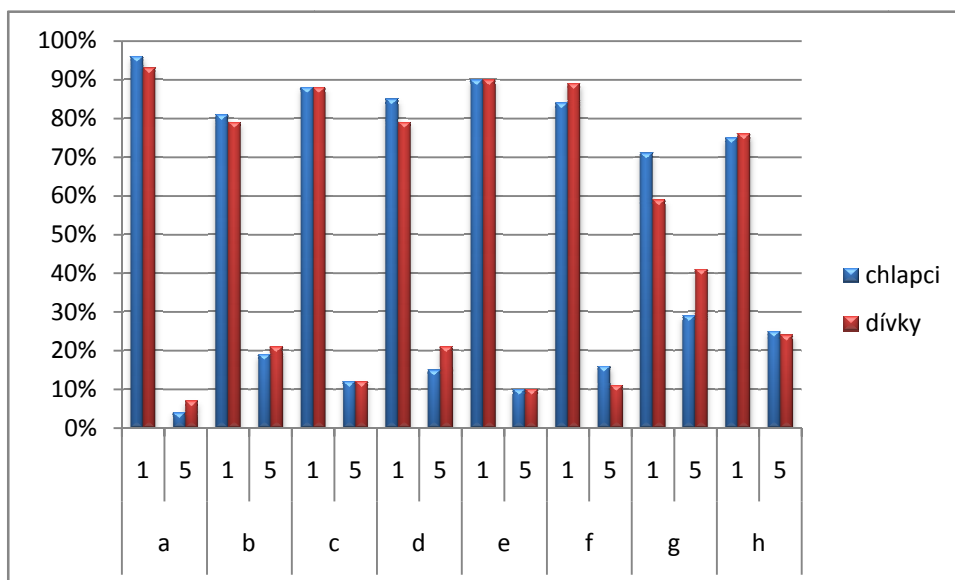
V odpovědích dívek a chlapců na otázku 7 neregistrujeme statisticky významné rozdíly. S pojmem hustota se žák seznamuje během cílené školní výuky v průběhu 6. ročníku ZŠ. Naším cílem bylo odhalit možné chyby intuitivních pojetí žáků o pojmu hustota, se kterým se setkávají v běžném životě. Ukazuje se, že žák 5. ročníku tento pojem intuitivně chápe, avšak jeho pojetí mohou být do jisté míry zkreslená, což potvrzuje poměrně vysoké procento hodnocení škálou 3, 4 a 5 u dívek i chlapců.



Graf 6.23 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců

Správné odpovědi v otázce č. 7 byly: b) kulička ze dřeva, d) korková zátka, e) polystyren, g) benzín a h) olej. Každá z možností (a až h) byla dále ohodnocena známkami 1 (správná volba) nebo 5 (špatná volba). Graf 6.23 ukazuje, že podíl správných odpovědí je ve všech případech vyšší než podíl špatných odpovědí jak u chlapců, tak u dívek.

Chybné odpovědi se nejčastěji vyskytují v případech b) kulička ze dřeva (19 % – chlapci, 21 % – dívky), g) benzín (29 % – chlapci, 41 % – dívky), h) olej (25 % – chlapci, 25 % – dívky). U dívek je chybná odpověď v případě g) benzín, četnější než u chlapců (29 % – chlapci, 41 % – dívky) což poukazuje na genderové rozdíly. Nejvyšší podíl správných odpovědí je v případě a) kulička ze železa (96 % – chlapci, 93 % – dívky).



Graf 6.24 - histogram relativní četnosti známek u dívek a chlapců vzhledem k variantám a - h

Vyhodnocení otázky 7 z hlediska lokality

Tabulka 6.32 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	168	104	272
znak 2 - střední obce	133	90	223
znak 2 - velké obce	288	170	458
$n_{i.}$	589	364	953

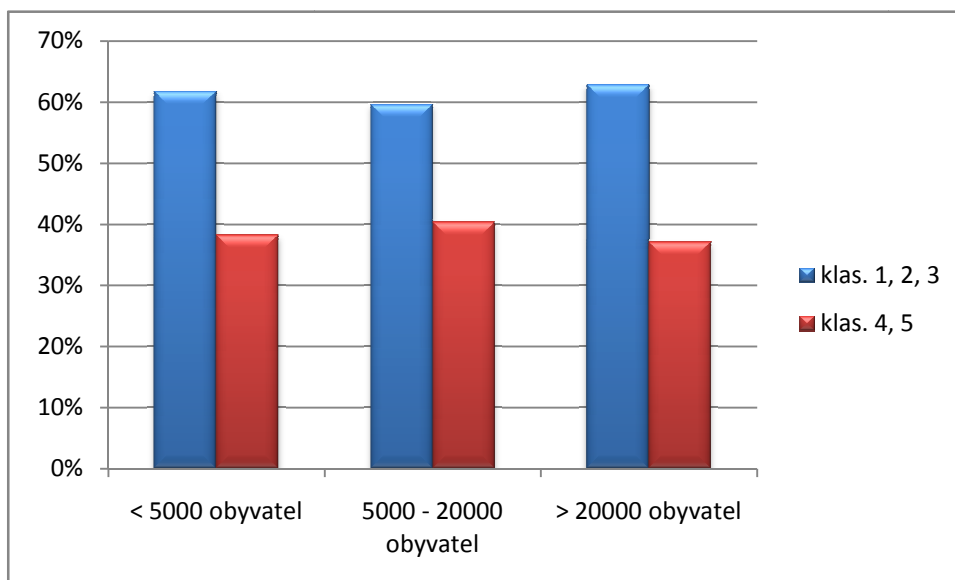
Tabulka 6.33 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	168,11	103,89	272
znak 2 - střední obce	137,82	85,18	223
znak 2 - velké obce	283,07	174,93	458
$n_{i.}$	589	364	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 0,666$.

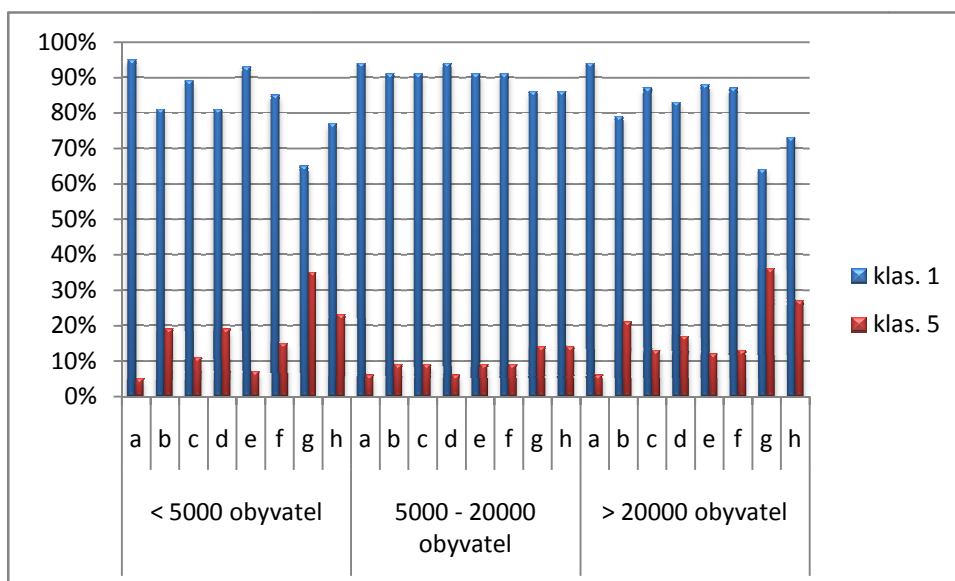
Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme.



Graf 6.25 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Demografické hledisko rovněž potvrzuje vyšší relativní četnost klasifikace škálou 4 a 5, zejména v případě malých a středně velkých obcí. Obdobné výsledky testování pojmu hustota se potvrzují i v následující otázce č. 8 (viz dále). Téměř 20 % dívek i chlapců nebylo schopno rozhodnout o větší (menší) hustotě dvojic různých látek.



Graf 6.26 - histogram relativní četnosti známek podle lokality vzhledem k variantám a - h

Otázka č. 8

V každé dvojici označ (zakroužkuj) látku nebo předmět, který má **větší hustotu**.

- | | | | |
|----------|------------|----------|--------|
| a) voda | sirup | d) dřevo | voda |
| b) dřevo | železo | e) voda | vzduch |
| c) voda | polystyren | f) olej | voda |

Vyhodnocení otázky 8 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.34 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	97	95	192
znak 2 - klas. známkou 2	123	107	230
znak 2 - klas. známkou 3	173	164	337
znak 2 - klas. známkou 4, 5	95	99	194
$n_{i.}$	488	465	953

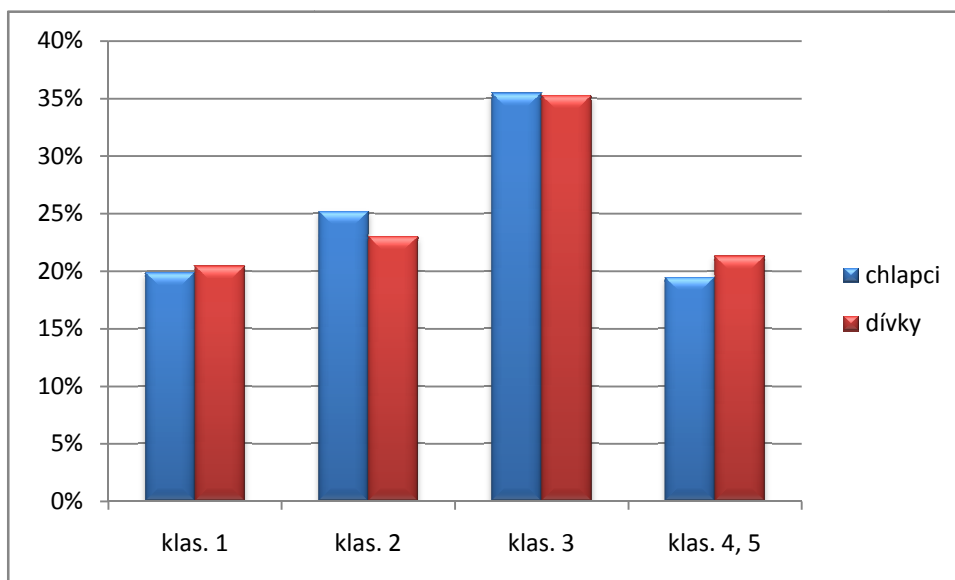
Tabulka 6.35 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	98,32	93,68	192
znak 2 - klas. známkou 2	117,78	112,22	230
znak 2 - klas. známkou 3	172,57	164,43	337
znak 2 - klas. známkou 4, 5	99,34	94,66	194
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 0,901$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme. Nelze tedy potvrdit statisticky významné rozdíly pro odpovědi chlapců a dívek na otázku 8.



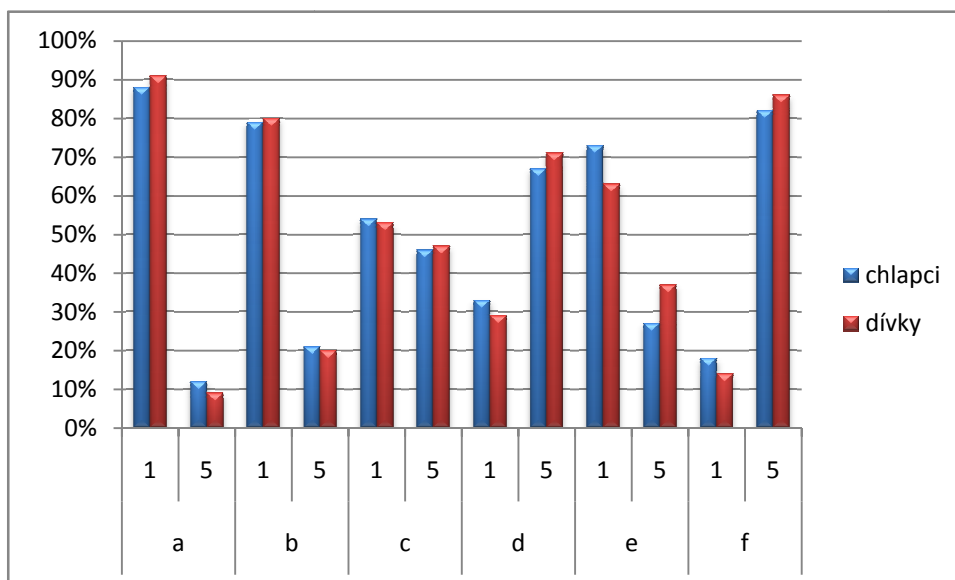
Graf 6.27 - histogram relativní četnosti známek dívek a chlapců

Otázka byla dále klasifikována stejně jako otázka 7, tj. správně zvolená varianta v případech a) – f) byla ohodnocena známkou 1, chybná varianta známkou 5.

Z grafu 6.28 je zřejmé, že nejhůře zodpovězenými možnostmi u chlapců byly d) dřevo – chybně (67 %), f) olej – chybně (82 %), c) polystyren – chybně (46 %). Obdobné výsledky byly i v případě dívek: d) dřevo – chybně (71 %), f) olej – chybně (86 %), c) polystyren – chybně (53 %). V případě možností a), b), e) převažují jak u chlapců, tak u dívek správné odpovědi. Porovnáme-li úspěšnost chlapců a dívek, tak v případě varianty a) byly dívky o málo úspěšnější než chlapci (88 % – chlapci, 91 % – dívky). Variantu e) volilo správně více chlapců než dívek (73 % – chlapci, 63 % – dívky). Statisticky významné rozdíly v tomto případě potvrzeny nebyly.

Na základě vyhodnocení otázek č. 7 a 8 vidíme, že pojem hustota je pro věkové skupiny žáků 4. – 5. třídy obtížný. Skutečnost, které látky plavou, určili žáci z uvedených 8 látek celkem bez problémů správně. Nejvíce chybovali u benzínu (chybně odpovědělo 35 % žáků) a u oleje (chybně 25 %). Je překvapivé, že 20 % žáků se domnívá, že dřevo neplave.

Potvrdilo se, že pojmu hustota je třeba věnovat zvýšenou pozornost a názornými ukázkami, demonstracemi a především experimenty konkretizovat tento pojem, aby se případné miskoncepty žáků „přeapsaly“ správnými představami. Pojem hustota je součástí učiva fyziky, chemie, biologie, nabízí se tedy více možností objasnit tento pojem v několika tématech a využít i odlišná hlediska.



Graf 6.28 - histogram relativní četnosti známek dívek a chlapců vzhledem k variantám a - f

Vyhodnocení otázky 8 z hlediska lokality

Tabulka 6.36 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	121	151	272
znak 2 - střední obce	101	122	223
znak 2 - velké obce	199	259	458
$n_{i.}$	421	532	953

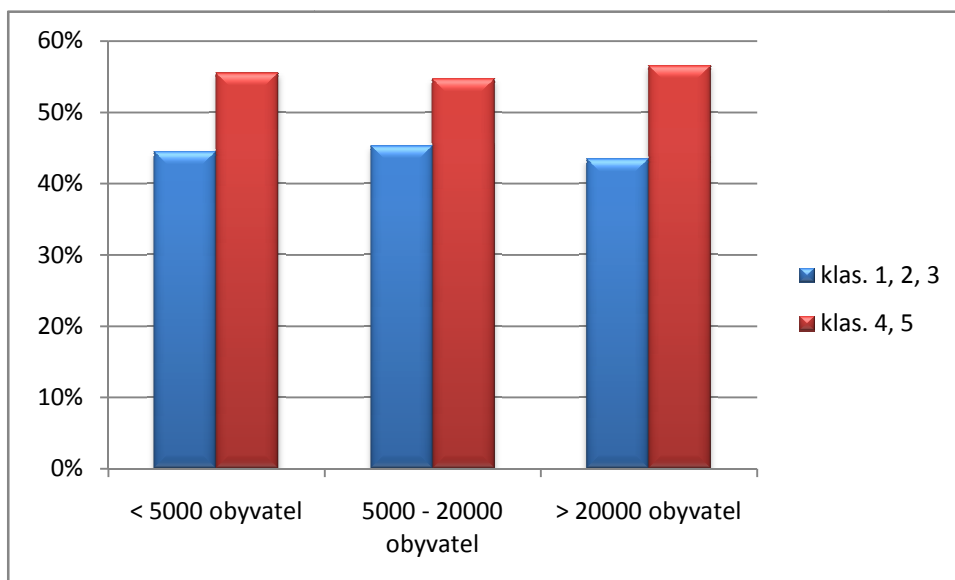
Tabulka 6.37 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	120,16	151,84	272
znak 2 - střední obce	98,51	124,49	223
znak 2 - velké obce	202,33	255,67	458
$n_{i.}$	421	532	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 0,221$.

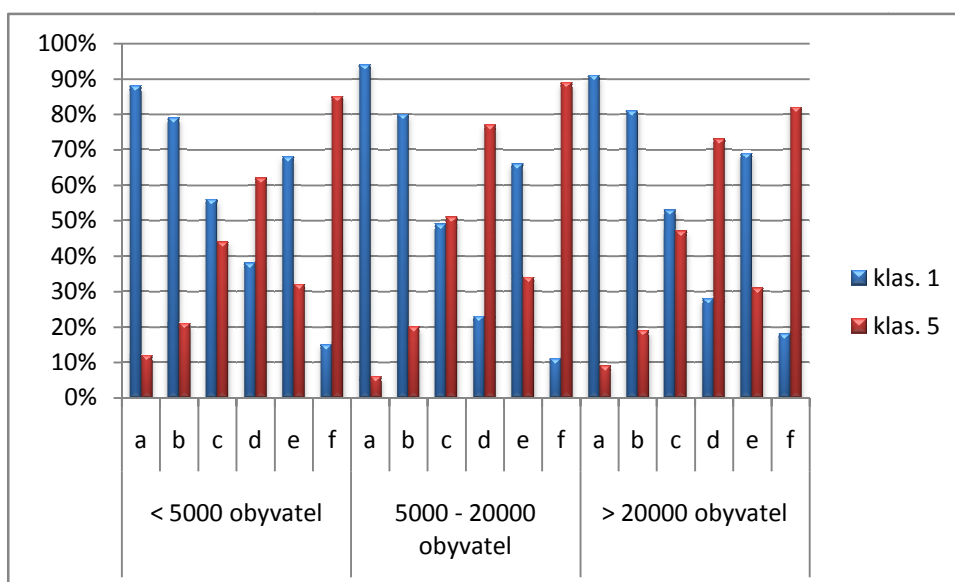
Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2}^2 = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme a nepotvrzujeme statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků z malých, středních a velkých obcí (graf 6.29).



Graf 6.29 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Podíváme-li se na vyhodnocení správných odpovědí dle lokality (graf 6.30) vzhledem k variantám a – f, je v otázce patrný pouze jeden výraznější rozdíl v odpovědích, a to při posouzení hustoty vody a polystyrenu (varianta c) či dřeva (varianta d). Žáci z malých obcí chybovali nejméně, odpověď „polystyrén má větší hustotu než voda“ zvolilo jen 44 % respondentů (z větších měst označilo kolem 55 % žáků). Odpověď „dřevo má větší hustotu než voda“ vybralo 62 % respondentů (z větších měst kolem 75 % žáků).



Graf 6.30 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Otázka č. 9

Vyber a zakroužkuj, co potřebují všechny živé organismy.

- a) vodu
- b) energii
- c) vzduch
- d) led
- e) pohyb

Vyhodnocení otázky 9 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.38 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	225	234	459
znak 2 - klas. známkou 2	136	136	272
znak 2 - klas. známkou 3	67	69	136
znak 2 - klas. známkou 4, 5	60	26	86
$n_{i.}$	488	465	953

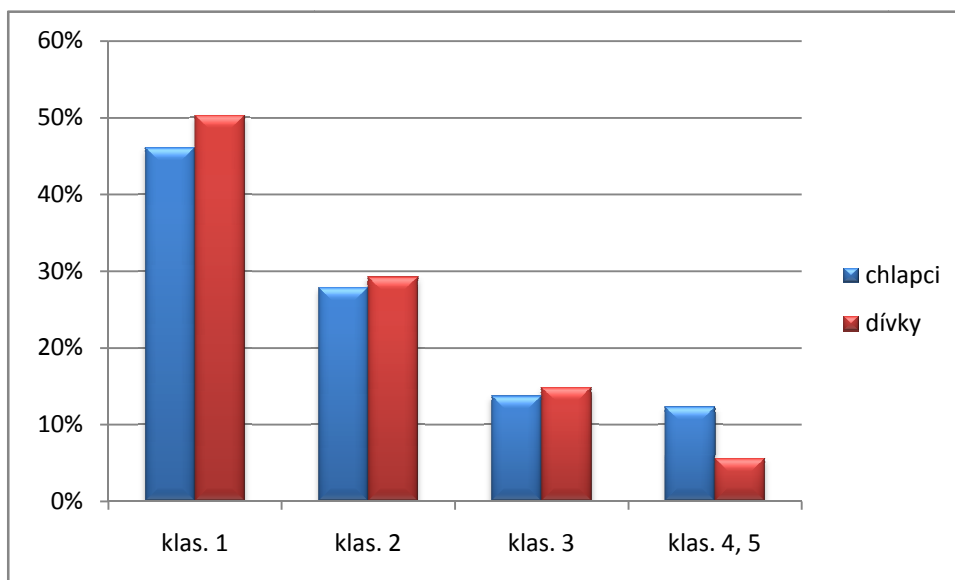
Tabulka 6.39 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	235,04	223,96	459
znak 2 - klas. známkou 2	139,28	132,72	272
znak 2 - klas. známkou 3	69,64	66,36	136
znak 2 - klas. známkou 4, 5	44,04	41,96	86
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 13,097$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

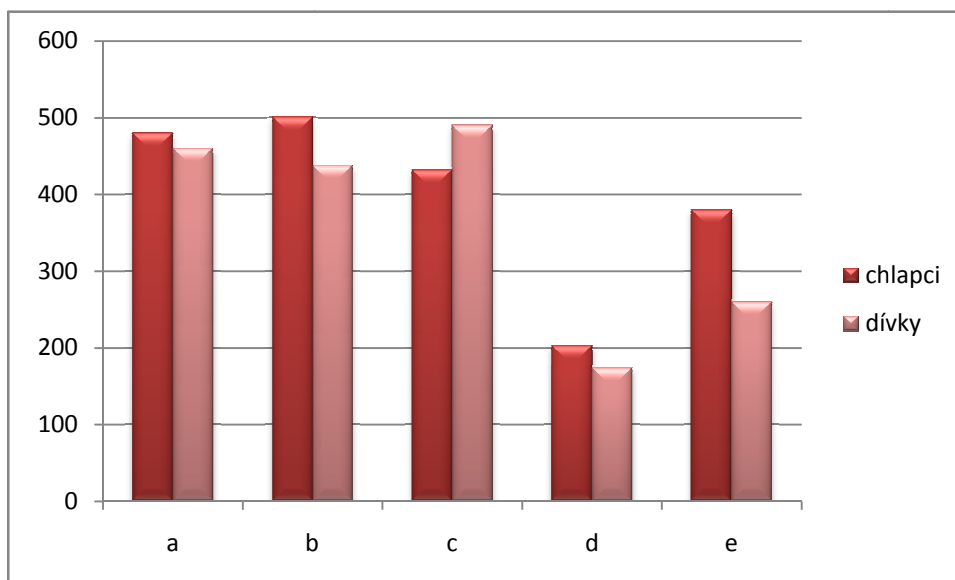
Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 , která nám říká, že zde určitá závislost existuje. Z výpočtu je zřejmé, že existují statisticky významné rozdíly v odpovědích dívek a chlapců.



Graf 6.31 - histogram relativní četnosti známek dívek a chlapců

Stejně jako v případě hodnocení předvýzkumu, i zde se potvrzuje, že žáci mají s těmito jevy svoji individuální zkušenost vycházející z běžného života. Z grafu 6.31 je zřejmé, že nejčetněji zastoupená je klasifikace známkou 1, jak u chlapců (46 %) tak u dívek (50 %). Rozložení četností známek 1 až 3 je u chlapců a dívek přibližně stejné. Pouze vyšší procento chlapců (12 %) ve srovnání s dívkami (6 %) bylo klasifikováno škálou 4 a 5. Důvodem byla (stejně jako u předvýzkumu) čtenější identifikace ledu, jako nezbytného pro život organismů.

Graf 6.32 ukazuje absolutní četnost jednotlivých volených odpovědí a) až e). Svislá osa není vyjádřena v procentech, ale jsou zde přímo vyneseny absolutní četnosti odpovědí. Některý žák mohl označit 2 odpovědi, jiný např. 4 odpovědi atd., proto jsme pro grafické znázornění volili lépe absolutní četnosti dílčích možností. Je zde vidět vyšší počet volených odpovědí v případech a) voda, b) energie, c) vzduch. U chlapců převažují případy a), b), u dívek varianta c) vzduch. Nejnižší počet odpovědí vidíme v případě d) led, jak u chlapců, tak u dívek. Volba varianty e) pohyb, je čtenější u chlapců.



Graf 6.32 - histogram absolutní četnosti volených odpovědí

Vyhodnocení otázky 9 z hlediska lokality

Tabulka 6.40 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	220	52	272
znak 2 - střední obce	164	59	223
znak 2 - velké obce	347	111	458
$n_{i.}$	731	222	953

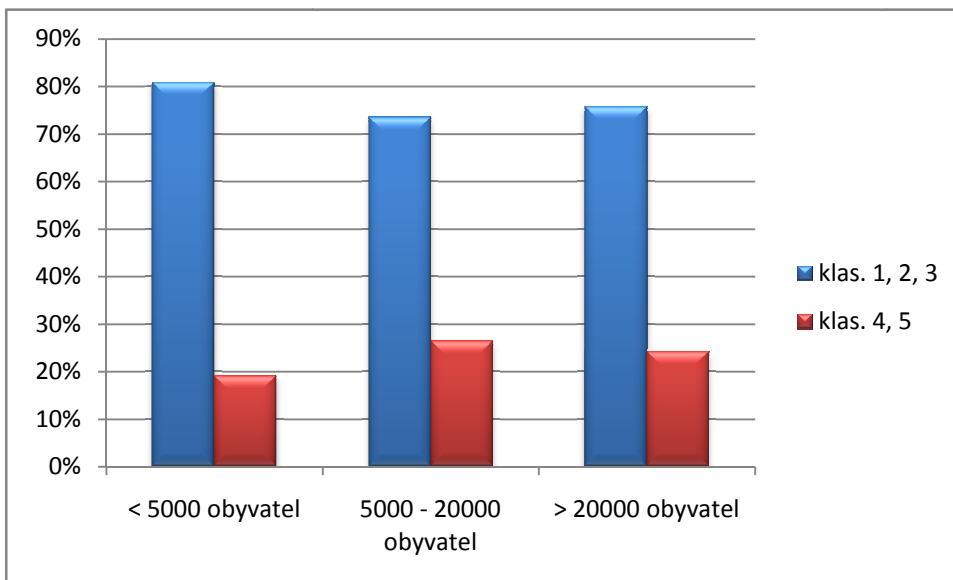
Tabulka 6.41 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{.j}$
znak 2 - malé obce	208,64	63,36	272
znak 2 - střední obce	171,05	51,95	223
znak 2 - velké obce	351,31	106,69	458
$n_{i.}$	731	222	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 4,13$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme a nepotvrzujeme statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků z malých, středních a velkých obcí (graf 6.33).



Graf 6.33 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

Otázka č. 10

10. Ke každému obrázku ČARAMI přiřaď JEDEN název (slovo) z pravého sloupce.



kyslík



uhlí



planeta



železo



světelná energie



kamna



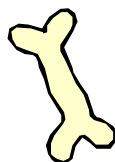
vápník



barvy



rtuť



teplo

Vyhodnocení otázky 10 z hlediska pohlaví

Tabulka 6.42 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	243	249	492
znak 2 - klas. známkou 2	181	168	349
znak 2 - klas. známkou 3	46	36	82
znak 2 - klas. známkou 4, 5	18	12	30
$n_{i.}$	488	465	953

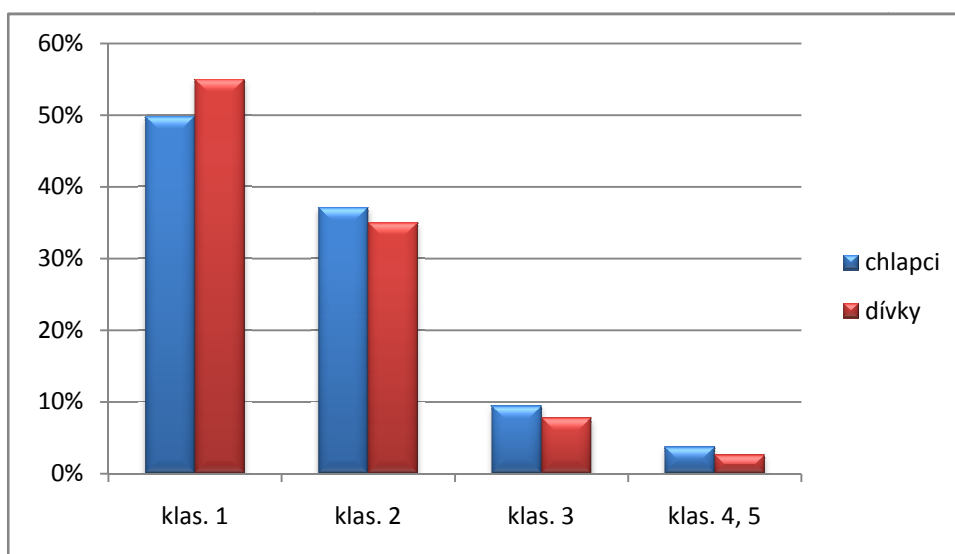
Tabulka 6.43 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - chlapci	znak 1 - dívky	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	251,94	240,06	492
znak 2 - klas. známkou 2	178,71	170,29	349
znak 2 - klas. známkou 3	41,99	40,01	82
znak 2 - klas. známkou 4, 5	15,36	14,64	30
$n_{i.}$	488	465	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 2,425$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků nezamítáme. Nelze tedy potvrdit statisticky významné rozdíly pro odpovědi chlapců a dívek na otázku 10. Chlapci z první části výzkumu byli poněkud úspěšnější než v etapě druhé. Statistické rozložení četnosti jednotlivých známek je stejné v obou etapách.



Graf 6.34 - histogram relativní četnosti známek dívek a chlapců

Graf 6.34 ukazuje rozložení relativních četností klasifikační škály (1 – 5) srovnatelně u chlapců a dívek. U dívek vidíme větší rozdíly v zastoupení klasifikace známkou 1 (55 %) a 2 (36 %) než u chlapců (1 – 50 %, 2 – 37 %). U dívek dále výrazněji převažuje hodnocení známkou 1 oproti hodnocení známkou 2. Nejčastěji volená přiřazení byla: kyslík – továrna (chybně), železo – továrna (chybně), železo – magnet (správně), planeta – strom (chybně), kyslík – strom (správně), teplo – teploměr (chybně), teplo – slunce (správně), rtuť – kost (chybně), rtuť – teploměr (správně).

Vyhodnocení otázky 10 z hlediska lokality

Tabulka 6.44 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{j\cdot}$
znak 2 - malé obce	233	39	272
znak 2 - střední obce	208	15	223
znak 2 - velké obce	398	60	458
$n_{i\cdot}$	839	114	953

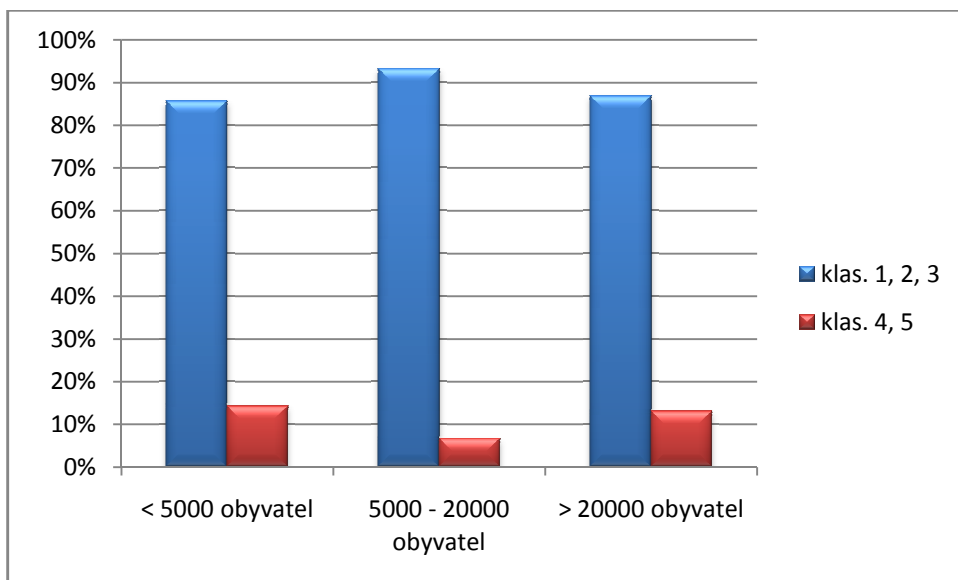
Tabulka 6.45 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - klas. zn. 1, 2, 3	znak 1 - klas. zn. 4, 5	$n_{j\cdot}$
znak 2 - malé obce	239,46	32,54	272
znak 2 - střední obce	196,32	26,68	223
znak 2 - velké obce	403,21	54,79	458
$n_{i\cdot}$	839	114	953

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 7,828$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 2} = 5,991$.

Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu (H_0) o nezávislosti jednotlivých znaků zamítáme a přijímáme hypotézu H_1 , potvrzující existenci statisticky významných rozdílů. Je zřejmé, že žáci ze škol ve středně velkých obcích, byli v odpovědích na otázku 10 úspěšnější, než zbytek vzorku (graf 6.35).



Graf 6.35 - histogram relativní četnosti známek podle lokality

6.3 Statistické šetření prekonceptů u žáků základní školy a studentů střední a vysoké školy

Testové šetření proběhlo v několika dílčích etapách. První etapy výzkumu byly zaměřeny na žáky základních škol (5. třída). Z metodologického hlediska by bylo vhodné zkoumat změny a vývoj prekonceptů v průběhu celé školní docházky na ZŠ. Z časových a organizačních důvodů byl realizován navazující výzkum prekonceptů pouze u vybraného vzorku studentů střední školy (Střední odborná škola Olomouc) a vysokých škol (Přírodovědecká fakulta – Univerzita Palackého Olomouc, Moravská vysoká škola Olomouc). Navazujícího výzkumu se zúčastnilo 395 studentů (96 studentů střední školy, 299 studentů vysokých škol). Vzhledem k nízkým četnostem, zejména při hodnocení škálou 4 a 5 u studentů střední a vysoké školy, byly obě skupiny (studenti střední a vysoké školy) sdruženy do jednoho vzorku, aby byly splněny podmínky pro použití testu. V této fázi šetření byla formulována a následně ověřována hypotéza:

H_{03} : Odpovědi probandů na jednotlivé otázky nezávisí na dosaženém vzdělání. Studenti VŠ (prezenční a kombinované studium) a SŠ jsou při řešení jednotlivých otázek stejně úspěšní jako žáci ZŠ.

Stejně jako v předchozích částech výzkumu, byl pro vyhodnocení použit chí-kvadrát test pro kontingenční tabulky. Studenti měli k dispozici stejný test, který byl použit v případě žáků ZŠ a rovněž byl tento test stejným způsobem hodnocen (škála 1 – 5).

Otázka č. 1

Tabulka 6.46 - kontingenční tabulka skutečných četností

	znak 1 - žáci	znak 1 - studenti	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	563	252	815
znak 2 - klas. známkou 2	329	119	448
znak 2 - klas. známkou 3	50	16	66
znak 2 - klas. známkou 4, 5	11	8	19
$n_{i.}$	953	395	1348

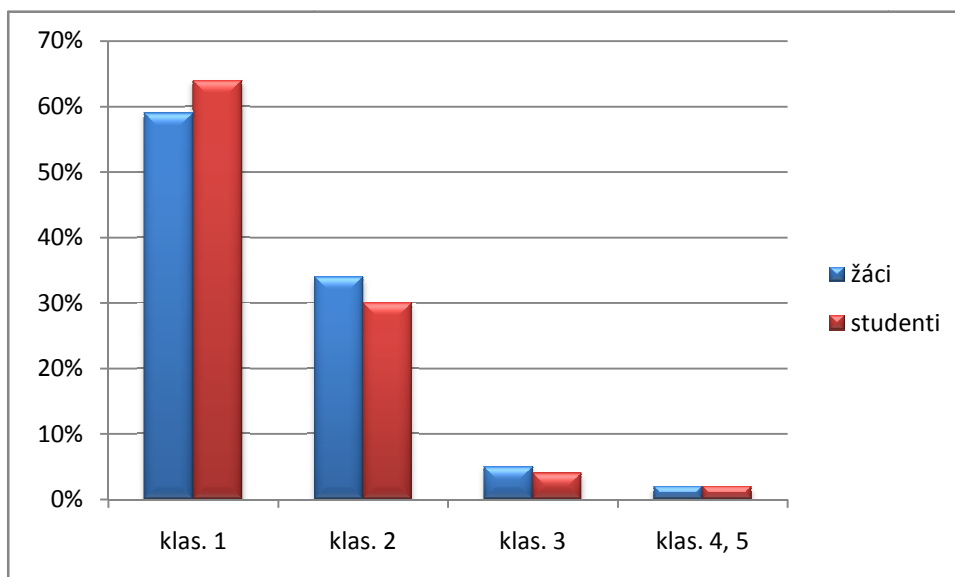
Tabulka 6.47 - kontingenční tabulka očekávaných četností

	znak 1 - žáci	znak 1 - studenti	$n_{.j}$
znak 2 - klas. známkou 1	576,18	238,82	815
znak 2 - klas. známkou 2	316,72	131,28	448
znak 2 - klas. známkou 3	46,66	19,34	66
znak 2 - klas. známkou 4, 5	13,43	5,57	19
$n_{i.}$	953	395	1348

Po dosazení do vzorce vychází testové kritérium: $\chi^2 = 4,969$.

Kritická hodnota: $\chi_{(1-\alpha); 3} = 7,815$.

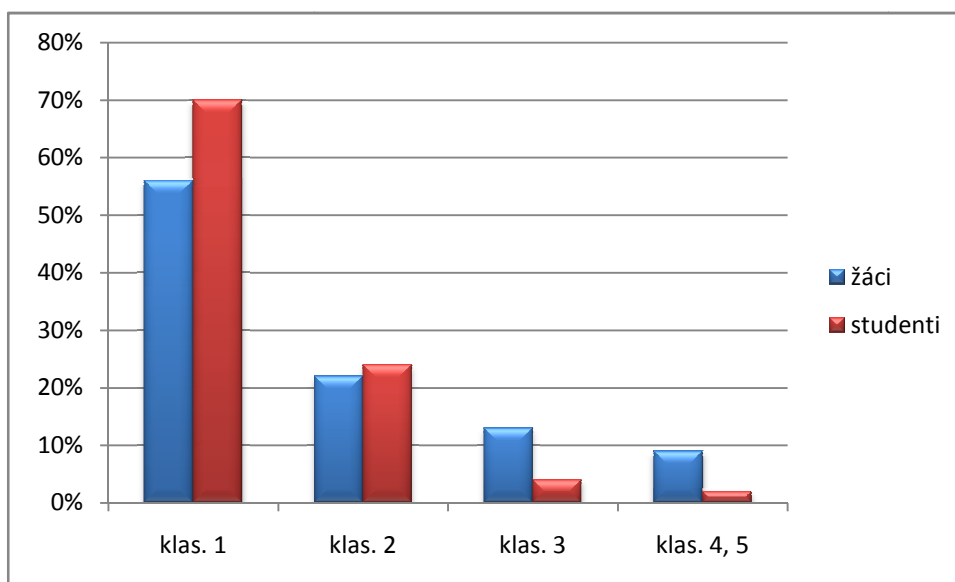
Na hladině významnosti 5 % nulovou hypotézu H_0 nezamítáme. Z výpočtu a grafického znázornění je zřejmé, že nelze potvrdit statisticky významné rozdíly mezi odpověďmi žáků a studentů.



Graf 6.36 - histogram relativní četnosti známek

Pouze v případě otázky č. 1 nebyla hypotéza H_0 zamítnuta. Pro otázky č. 2 – 9 byly potvrzeny statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků ZŠ a studentů SŠ, VŠ. Pro názornost jsou dále uvedeny grafy úspěšnosti žáků a studentů pro zbytek testu.

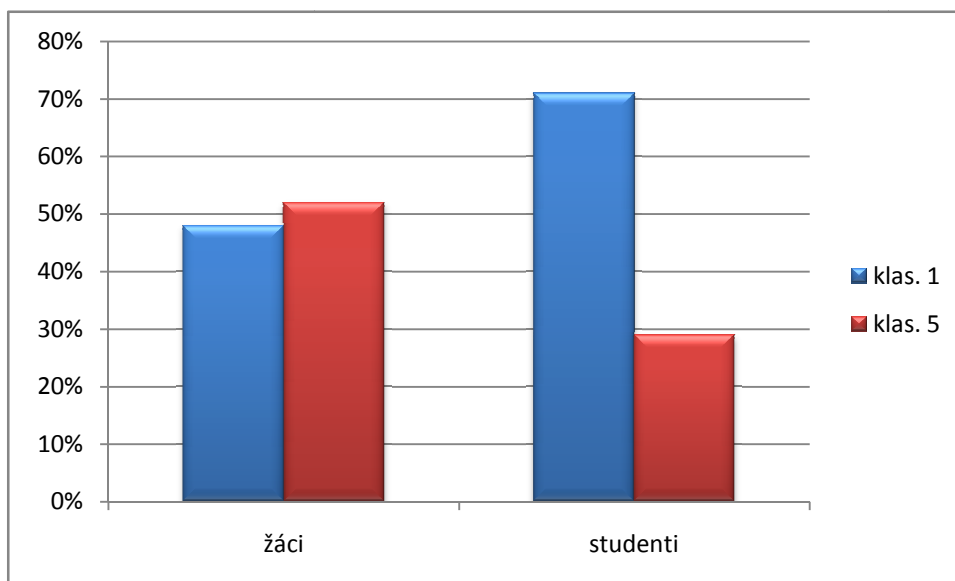
Otázka č. 2



Graf 6.37 - histogram relativní četnosti známek

Z grafu 6.37 je zřejmá vyšší úspěšnost studentů při řešení otázky č. 2. Nejvíce chybných odpovědí se vyskytlo, stejně jako v případě žáků ZŠ, při přiřazování skupenství látkám jako jsou mlha nebo sníh.

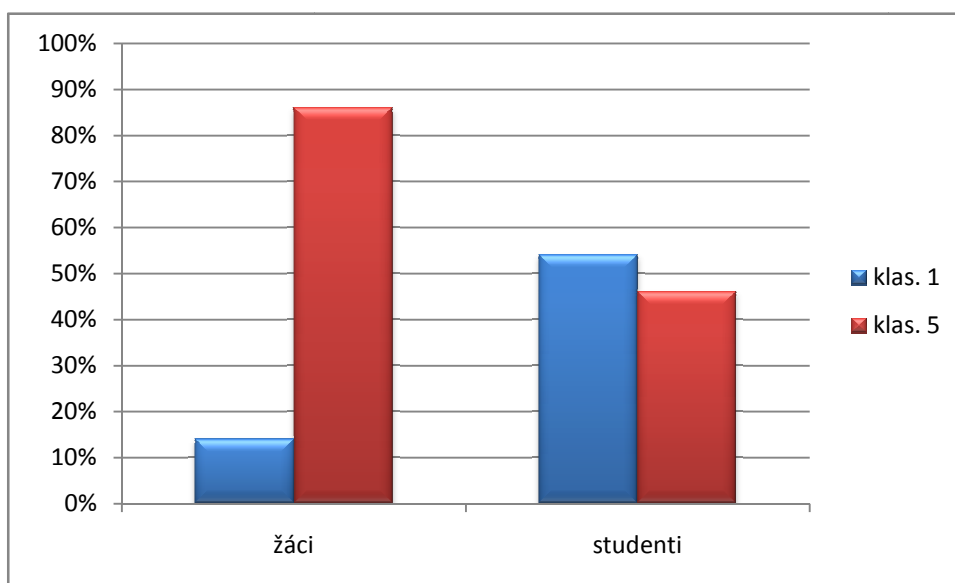
Otázka č. 3



Graf 6.38 - histogram relativní četnosti známek

V odpovědích studentů je potvrzena více jak 60 % úspěšnost při řešení otázky z oblasti fyziky – přenos tepla a energie. I v případě studentů se objevila častěji odpověď a) voda začne vřít při teplotě 50 °C.

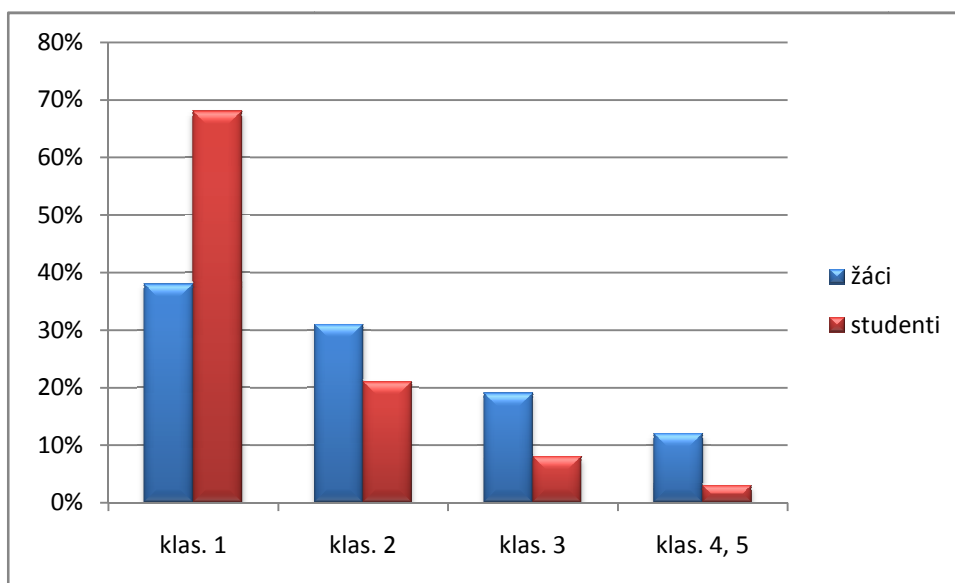
Otázka č. 4



Graf 6.39 - histogram relativní četnosti známek

Úspěšnost studentů přesáhla pouze 50 %. I v tomto případě se často vyskytla chybná odpověď b) „Zmrzlina roztaje dříve“. Pojem teplo a přenos energie zůstává v chybných představách mnohých studentů zakotven i po komplexním absolvování výuky fyziky na základní a střední škole.

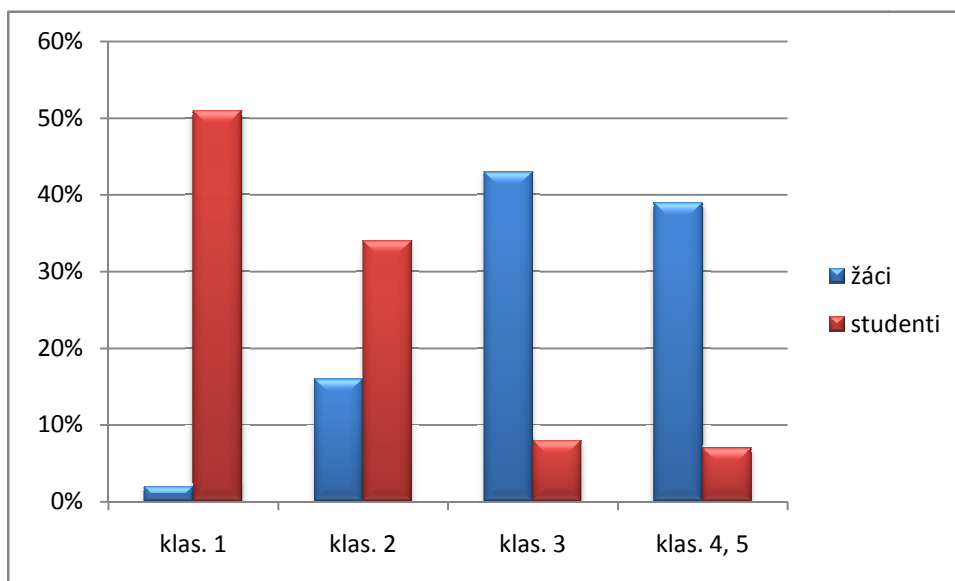
Otázka č. 5



Graf 6.40 - histogram relativní četnosti známek

Otázka č. 5 týkající se pojmu energie a jejího využití, byla téměř 70 % studentů vyřešena bezchybně. Pro studenty je ze zkušeností z praxe zřejmě méně obtížné volit větší množství variant pro využití energie ve srovnání s žáky základní školy.

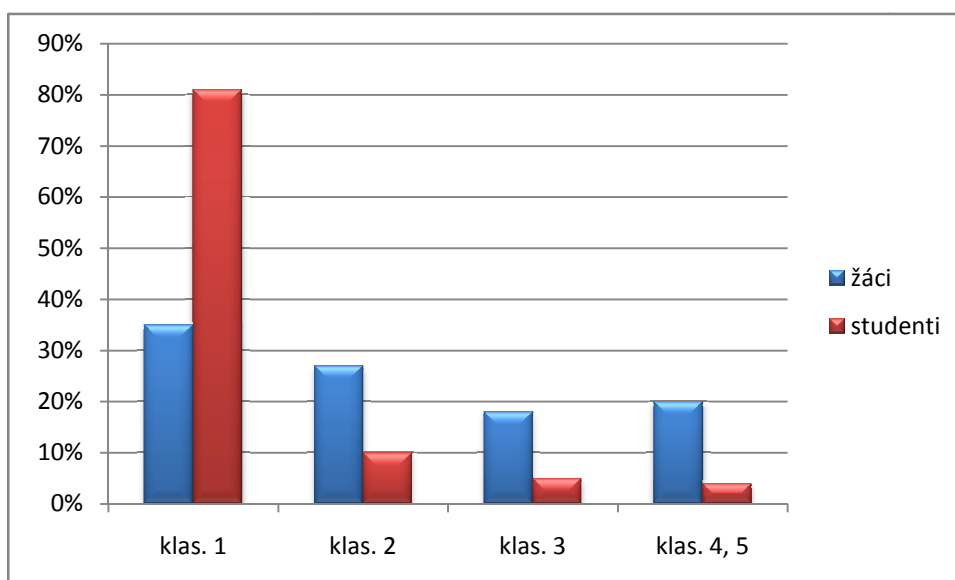
Otázka č. 6



Graf 6.41 - histogram relativní četnosti známek

V otázce z oblasti biologie se potvrdily statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků a studentů. Téměř 50 % studentů bylo schopno odpovědět bezchybně. Nejvíce problematické se podobně jako v prvních etapách výzkumu ukázaly varianty b), d) (viz test), které byly zaměřeny na pojem „teplo“.

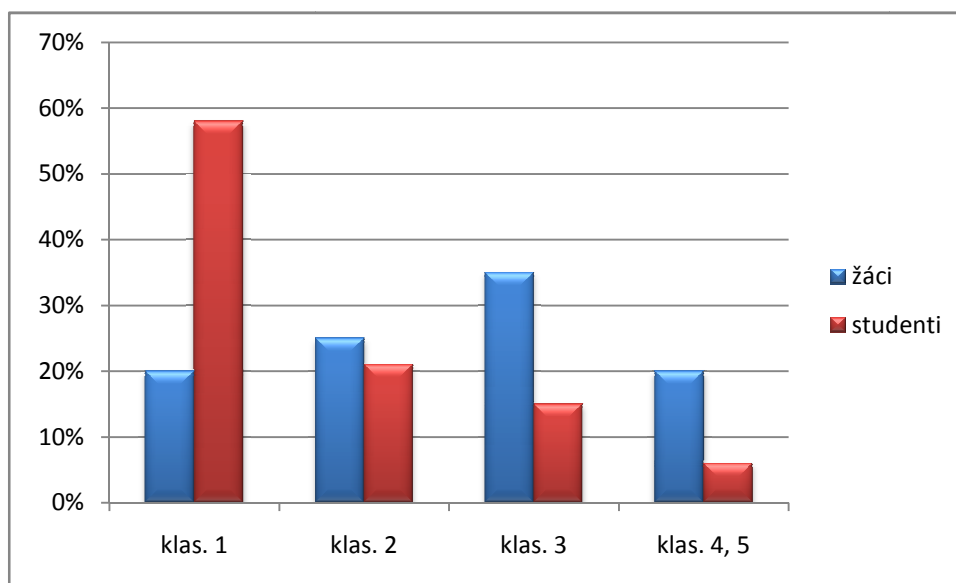
Otázka č. 7



Graf 6.42 - histogram relativní četnosti známek

Z vyhodnocení této otázky je zřejmá výrazně vyšší úspěšnost studentů, kteří chybovali v méně než 15 % případů. I v tomto případě se vyskytlo chybné označení benzínu, který podle některých respondentů není látkou, která plave na vodě. Rovněž se vyskytlo malé množství odpovědí, které označovaly brambor jako předmět, který ve vodě plave.

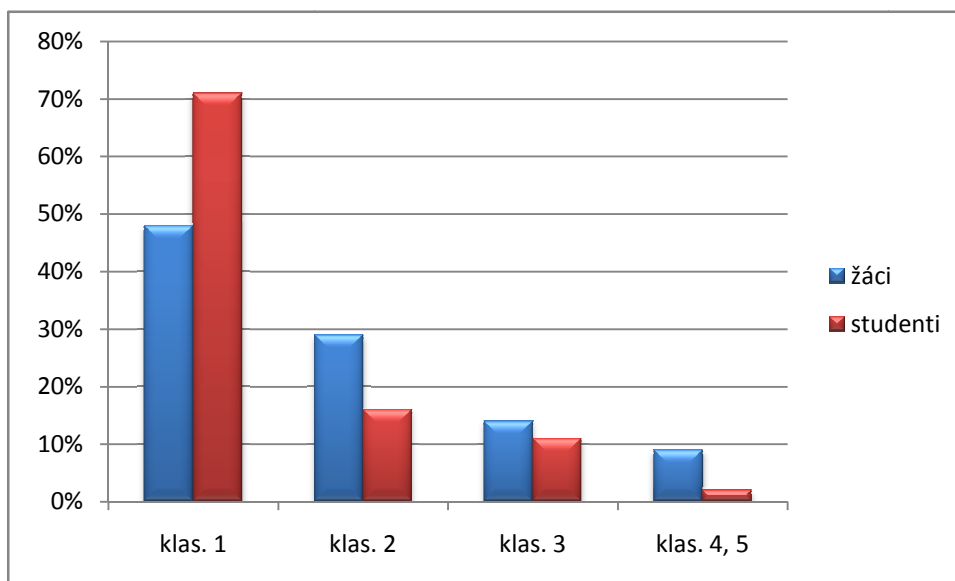
Otázka č. 8



Graf 6.43 - histogram relativní četnosti známek

Otázka č. 8 testovala pojem hustota. Graf 6.43 poukazuje na výrazně vyšší procento úspěšnosti studentů při klasifikaci známkou 1. Jako nejvíce sporná se ukázala rozhodnutí o větší hustotě těchto dvojic látek: dřevo – železo, voda – olej, voda – vzduch. Pojem hustota zůstává problematický pro více než 30 % studentů.

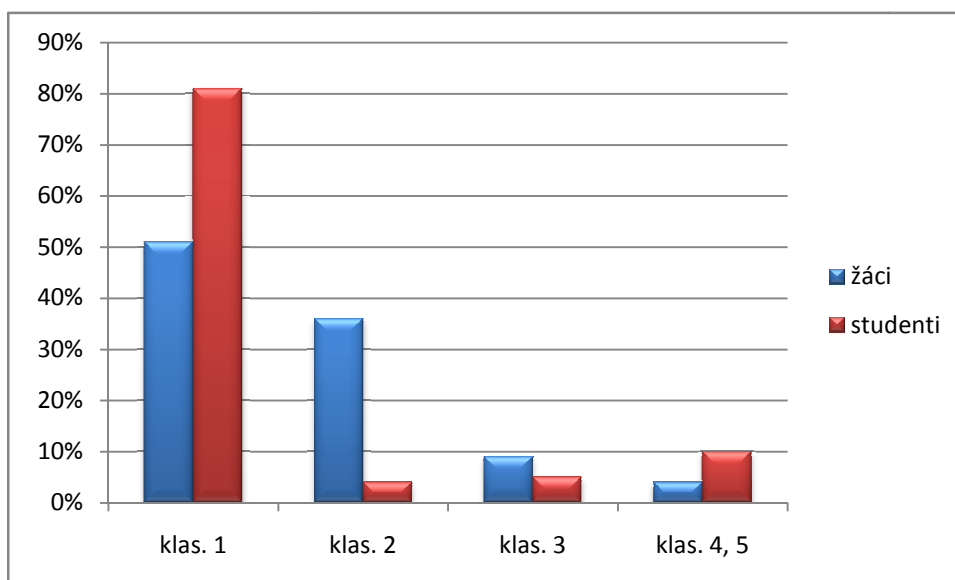
Otázka č. 9



Graf 6.44 - histogram relativní četnosti známek

Vyhodnocení této otázky, která se vztahuje k podmínkám existence života z oblasti biologie, potvrdilo statisticky významné rozdíly v odpovědích studentů a žáků. Zajímavé je, že téměř 10 % respondentů označuje led jako jednu z podmínek existence života.

Otázka č. 10



Graf 6.45 - histogram relativní četnosti známek

Otázka č. 10 byla zaměřena na grafický projev žáků. Výsledky studentů vykazují statisticky významné rozdíly v porovnání s žáky ZŠ. Méně než 10 % negativně

hodnocených odpovědí bylo většinou způsobeno tím, že respondenti chybně přiřazovali pojmy: teplo – teploměr, planeta – strom, kyslík – továrna.

6.4 Využití hlasovacího zařízení při testování prekonceptů

V rámci výzkumu prekonceptů bylo zkušebně využito hlasovací zařízení, které umožňuje moderní a rychlý způsob poskytnutí zpětné vazby jak pro anketní sběry, tak pro ověření reflexe ve výuce. Jde o odpovědní systém s plnou podporou textu, čísel či symbolů. Volba otázek tak může být značně široká, od klasického „ano“ či „ne“ až k delšímu vyjádření složitě logické úvahy.

Písemná podoba testu na výzkum prekonceptů byla s pomocí softwaru předělána do elektronické podoby. Z testu byly vybrány otázky vhodné pro tuto formu testování. Vynechány byly otázky vyžadující grafický výstup. Zkušební testování jsme provedli na vzorku 56 lidí v rámci zahraničního semináře projektu Grundtvig, který pomáhá dospělým studentům a školitelům získat studijní zkušenosti z jiných zemí. Testování se zúčastnili partneři projektu z Malty, Portugalska, Španělska, Německa, Turecka, Velké Británie a České republiky. Jedná se o skupiny lidí působících na vzdělávacích institucích různých zaměření v rámci Evropské unie. Z tohoto pohledu jsou výsledky testování velmi zajímavé, jelikož srovnáváme instituce zaměřené jak na přírodovědné obory, tak na humanitní, sociální a umělecké obory.

Výsledky testování

Z písemné podoby testu byly vybrány otázky z přírodovědných oblastí (fyzika, biologie). Elektronická podoba testování obsahovala 11 otázek. Pro srovnání s výsledky výzkumu, který proběhl v rámci základních škol v ČR, uvádíme vyhodnocení otázek z oblasti fyziky testující pojem „hustota“.

Otázka 1.: Voda má větší hustotu než sirup (ano – ne).

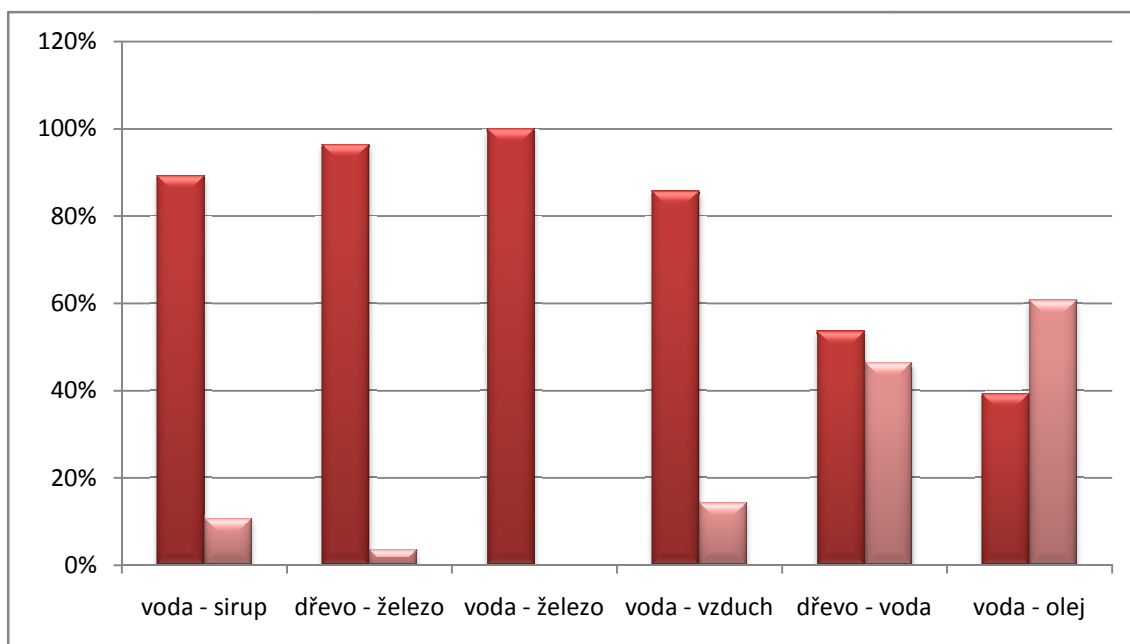
Otázka 2.: Dřevo má větší hustotu než železo (ano – ne).

Otázka 3.: Voda má větší hustotu než železo (ano – ne).

Otázka 4.: Voda má větší hustotu než vzduch (ano – ne).

Otázka 5.: Dřevo má větší hustotu než voda (ano – ne).

Otázka 6.: Voda má větší hustotu než olej (ano – ne).



Graf 6.46 - histogram relativní četnosti odpovědí

Z grafického zpracování výsledků otázek je zřejmé, že nejvíce chyb se vyskytuje v otázce č. 5 a 6, kde téměř 60 % respondentů odpovědělo chybně. Téměř shodné chyby se vyskytují ve výzkumech prekonceptů prováděných na základních školách v ČR. Pojem hustota je pro různé věkové skupiny problematický. Při výběru správné látky s větší hustotou se vyskytlo i u žáků základních škol výrazně více chybných odpovědí, 68 % žáků se domnívá, že dřevo má větší hustotu než voda; 84 % žáků označilo olej a resp. 47 % polystyren jako látku s větší hustotou než voda. Opět se potvrzuje, že pojem hustota je problematický nejen pro žáky základních škol, ale jeho miskoncepty lze identifikovat i ve vzorku lidí působících na vysokoškolských institucích. Tento pojem bude v rámci dalších kapitol zapracován do vzdělávacího modulu respektujícího integrované pojetí přírodovědného vzdělávání. Tento modul bude mimo jiné obsahovat popis demonstrací a experimentů, které lze využít v několika tématech jak z oblasti biologie, chemie a fyziky.

6.5 Shrnutí

Pilotní etapy výzkumu se zúčastnilo 75 respondentů (42 chlapců a 33 dívek), což byl dostatečně velký vzorek na to, aby získané výsledky poukázaly na některé nedostatky realizovaného testového šetření. Naší snahou bylo tyto nedostatky v dalších etapách výzkumu eliminovat. V první etapě výzkumu bylo zpracováno 418 vyplněných testů. Z celkového počtu 418 respondentů bylo 196 chlapců a 222 dívek. Druhé etapy výzkumu se zúčastnilo 535 respondentů (292 chlapců, 243 dívek). V případě první i druhé etapy byly zastoupeny obce s různým počtem obyvatel, takže bylo možné provést vyhodnocení úspěšnosti i z demografického hlediska. Metodologicky by bylo vhodné zaměřit se na změny a vývoj prekonceptů v průběhu celé školní docházky na ZŠ. V našem případě byl realizován pouze navazující výzkum prekonceptů u vybraného vzorku studentů střední školy (Střední odborná škola Olomouc) a vysokých škol (Přírodovědecká fakulta – Univerzita Palackého Olomouc, Moravská vysoká škola Olomouc), zejména z časových a organizačních důvodů. Pro účely našeho výzkumu se jeví tento typ srovnání jako dostačující. Třetí fáze výzkumu se zúčastnilo 395 studentů (96 studentů střední školy, 299 studentů vysokých škol). Respondenti měli ve všech fázích šetření na vyplnění testu jednu vyučovací hodinu. Předkládaný test byl pro realizaci první, druhé i poslední navazující etapy identický.

Pojmy, které byly obsahem šetření, a se kterými se žáci setkávají jak ve škole, tak v běžném životě, byly

- objekty a látky – živá (neživá) přírodnina, živý organismus, lidský výrobek, pevná látka, kapalina, plyn;
- děje – změna skupenství, přenos tepla, výměna energie;
- charakteristiky – energie, hustota.

Větší část chybných odpovědí byla identifikována pro zařazování živých i neživých přírodnin. Nejčastěji se vyskytovaly chyby v přiřazení slov: vzduch – lidský výrobek, bakterie – lidský výrobek, záměna slova bakterie za slovo baterie, voda – lidský výrobek, muchomůrka – neživá přírodnina. Z výsledků lze rovněž usuzovat na to, že žáci často určují jako hlavní bázi živé přírody pouze živočichy. Větší problémy pro přiřazování objektů k různým skupenstvím látek nalezeny nebyly, což je zřejmě ovlivněno cílenou školní výukou v rámci přírodopisu a praktickým poznáváním okolí. Statisticky významný

rozdíl v úspěšnosti chlapců a dívek při určování skupenství látek potvrzen nebyl. V rámci předvýzkumu, ale při určování stejného skupenství dívky častěji chybovaly oproti chlapcům. Výraznější problémy byly zejména v případě pojmů mlha, zmrzlina. Žáci měli rovněž navrhnout jinou společnou vlastnost nabízených objektů, ale většina žáků tuto část úlohy nevyplnila. Získané výsledky poukazují na to, že pojmu látka, těleso a skupenství, jakožto jednomu z integrujících pojmů, je třeba věnovat zvýšenou pozornost. Statisticky významné rozdíly se nepotvrdily ani ve srovnání žáků a studentů. Z demografického hlediska vykazovaly nižší úspěšnost obce s počtem obyvatel menším než 5000, což ale nebylo statistickým testem identifikováno jako významný rozdíl.

Dalšími pojmy, které byly obsahem šetření, byly teplo, teplota. Tyto pojmy se jeví jako problémové i v rámci školní praxe, což bylo rovněž potvrzeno výsledky výzkumu. Z výsledků je zřejmé, že podíl správných odpovědí je u chlapců vyšší než u dívek v obou etapách výzkumu, což bylo potvrzeno i po kvantifikaci chí-kvadrát testu. V odpovědích studentů je potvrzena více jak 60% úspěšnost při řešení tohoto problému a vykázány statisticky významné rozdíly ve srovnání s žáky ZŠ. Zajímavé je, že větší procento dívek v obou etapách výzkumu považovalo 50 °C za bod varu vody. Tato chybná odpověď se častěji vyskytla i v případě studentů zejména střední školy. Potvrzeny dále byly rozdíly z demografického hlediska. Výrazně úspěšnější byli žáci ze středně velkých obcí vzhledem k zbytku vzorku.

Problematika tepla a jeho přenosu patří mezi otázky s velmi nízkou četností správných odpovědí. Genderové rozdíly v tomto případě potvrzeny nebyly. Z hlediska geografického byli nejméně úspěšní žáci z míst s více než 20000 obyvateli. Úspěšnost studentů přesáhla pouze 50 %. I v tomto případě se často vyskytla chybná odpověď b) „Zmrzlina roztaje dříve“. Žáci často považují teplo a chlad za odlišné „látky“. Teplo se „rozšiřuje z topení do místnosti, chlad se rozšiřuje z ledu do okolí“. Žáci z praktického poznávání okolí a vlivem non edukačních procesů vědí, že oblečení (kožich) hřeje. Mají-li tedy řešit úkoly týkající se uchovávání chladných objektů prostřednictvím izolačních vlastností látek, často se vyskytne výzkumem potvrzená chybná reakce: „zmrzlina po zabalení do kožichu roztaje dříve, protože kožich hřeje“. Teplota je tedy pro žáky jistou vlastností látky. D. Mandíková ve svých výzkumech také potvrdila řadu chybných intuitivních představ týkajících se pojmů teplo, teplota a přenos tepla (Mandíková, 1993, s. 51):

- „Teplota souvisí s velikostí tělesa.“

- „Teplota je vzdálenost částic.“
- „Teplota se skládá z částic.“
- „Teplota je vnitřní energie částic.“
- „Rychlý pohyb částic vede ke tření a tak i k teplu.“
- „Když se částice srážejí, vzniká teplo.“

Pojem teplo a přenos energie zůstává v chybných představách mnohých studentů zakotven i po komplexním absolvování výuky fyziky na základní a střední škole.

Energie je význačný interdisciplinární pojem diskutovaný zejména v přírodovědě, fyzice, chemii i biologii. Žáci se s tímto pojmem setkávají jak v rámci přírodovědy v 5. ročníku, tak v přírodopise v 6. ročníku, který je tematicky zaměřen na sluneční energii. Přeměnám a přenosu energie se pak věnuje výuka fyziky v 8. a 9. ročníku. Školní výuka je zaměřena zejména na kognitivní a afektivní dimenzi tohoto pojmu vztahující se k životnímu prostředí a jeho ochraně.

Pojem energie bývá často v běžném životě používán v odlišném smyslu, než ve fyzice. Často se v debatách hovoří o využití energie jako „hybné látky“, což může být v následné výuce fyziky překážkou pro správnou konceptualizaci např. přenosu, přeměny nebo zachování energie. Výsledky výzkumu ukazují, že pojem energie ve výše zmíněném smyslu je žákům na základní škole dostatečně známý. Neobjevily se statisticky významné rozdíly mezi chlapci a dívkami v četnosti správných odpovědí. Nebyly nalezeny ani rozdíly v četnosti správných odpovědí z hlediska demografického. Nejméně správných odpovědí bylo uváděno v případě využití energie páry a vody. Překvapivé je, že více než polovina žáků nedokázala v rámci předvýzkumu vypsát, jak využívá energii člověk. Možným důvodem mohla být přílišná abstraktnost zadání úkolu, což bylo v další etapě výzkumu korigováno. Studenti střední a vysoké školy odpovídali téměř bezchybně, což je zřejmě důsledkem rozsáhlejších zkušeností z praxe.

Dále byly zkoumány představy o pojmech energie a teplo z oblasti biologie (otázka č. 6). Jednotlivé úkoly byly koncipovány tak, aby respektovaly maximální vazbu na objekty a děje, se kterými se žák setkává v běžné praxi. Rovněž jsou tyto jevy, zejména z oblasti biologie, diskutovány v rámci přírodovědy. Přesto četnost nesprávných odpovědí ukazuje na nedostatky ve zvládnutí těchto pojmů. Nejvíce chybných odpovědí bylo zaznamenáno v případech, kdy žáci nedokázali správně rozhodnout, zda rostliny vydávají teplo, což může být zapříčiněno nedostatkem praktických demonstrací a pokusů ve výuce

či nedostatkem zkušeností z běžného života. Rovněž se nejvíce chybovalo při rozhodování o výměně energie v průběhu kvasného procesu. Příčinou může být neznalost tohoto jevu, i když z bezprostředního okolí a praktického poznávání by tyto pojmy měly být pro žáky známé. Jako více úspěšné se z hodnocení obou etap výzkumu jeví dívky. Demografické hledisko podtrhlo vyšší úspěšnost malých a středně velkých obcí, z čehož lze usuzovat na větší praktické zkušenosti žáků z těchto typů škol, a užší kontakt s přírodou. Dále byly potvrzeny statisticky významné rozdíly v odpovědích žáků a studentů. Téměř 50 % studentů bylo schopno odpovědět bezchybně. Nejvíce problematické se podobně jako v prvních etapách výzkumu jeví výše uvedené případy – rostliny a kvasný proces. Energie je pro žáky základní školy poměrně abstraktní pojem. Jak uvádí J. Doulík, žáci se postupně seznamují s přeměnou energie a doprovodnými jevy, nikoliv s energií samotnou. Energie může být takto nevhodně spojena pouze s určitou situací nebo jejím kontextem (Doulík, 2004).

M. Ouhrabka a J. Mareš uvádí ve své práci, jakým způsobem může vzniknout miskoncepce pojmu energie v souvislosti s nevhodnou koncepcí vyučování. Často se ve školní praxi lze setkat s požadavkem učitele na mechanické definování vybraných pojmů. Příkladem může být otázka učitele „Co je to energie?“, na kterou žák mechanicky odpovídá: „Schopnost tělesa konat práci.“ Žák takto často pouze memoruje „heslo“ z učebnice či z učitelova výkladu, neboť jak autoři práce uvádí, pro veličinu energie lze uvádět její vlastnosti jako zachování či aditivnost, ale nelze ji pojmovit takto uvedeným způsobem. Učitel by měl spíše aplikovat pojem energie na určitou situaci, případně přímo na výpočet. Žák takto téměř automaticky předkládá svá individuální pojetí pojmu energie, i návazných pojmů na probíraný jev, se kterými může učitel dále pracovat. Z toho vyplývá, že hotově předkládané učivo je pro žáka něco cizího, co je třeba zvládnout a má za následek vznik odstupů od probíraného jevu (Ouhrabka, Mareš, 1992).

Dalším testovaným pojmem byla hustota. Tento pojem je žákům předáván většinou jako hotový poznatek v cílené školní výuce v průběhu 6. ročníků základní školy. Vycházíme zde z toho, že žák tento pojem intuitivně chápe i v nižším ročníku, kdy jsou v rámci prvouky probírány vlastnosti předmětů, mimo jiných také hustota, a měl by být schopen řešit jednoduché přírodovědné problémy zaměřené na tento pojem. V 1. – 5. ročníku základní školy není pojetí hustoty vyjádřeno matematickým vztahem, ale je reprezentováno poznatky a jevy získanými non edukačními vlivy (plavání, létání atd.). Tato individuální zkušenost bezesporu ovlivňuje žákovo pojetí hustoty, které může být

významně zkresleno, což potvrdily i výsledky výzkumu. Identifikována byla poměrně vysoká četnost chybných odpovědí klasifikovaných škálou 3, 4 a 5 u dívek i chlapců (statisticky významné rozdíly v celkovém hodnocení potvrzeny nebyly). Nejčastěji žáci chybně neoznačili benzín a olej jako látky, které plavou na vodě, kde zejména v první části výzkumu výrazněji chybovaly dívky, což může poukazovat na absenci praktických zkušeností z běžného života. Zajímavé je, že více než jedna čtvrtina respondentů označila brambor a téměř 5 % kuličku ze železa jako látky, které plavou na vodě. Rovněž je překvapivé, že 20 % žáků se domnívá, že dřevo neplave. Příčiny těchto chybných představ, lze identifikovat pravděpodobně opět v chybné fixaci těchto pojmů v kognitivní struktuře a absenci praktického poznávání.

Žáci měli dále rozhodnout o větší (menší) hustotě dvojic různých látek, kde téměř 20 % dívek i chlapců nebylo schopno tento rozdíl správně určit. Větší problémy činilo srovnání hustoty vody a polystyrenu či dřeva, dřeva a železa, vody a oleje. Při srovnání hustoty oleje a vody označila olej jako látku o větší hustotě čtvrtina žáků. Značná část žáků se rovněž domnívá, že dřevo má větší hustotu než voda, což naznačuje chybné prekoncepce pevné látky, která je zřejmě žáky vnímána jako „hustší“ ve srovnání s kapalinou. Žáci zde pravděpodobně zaměňují hustotu a viskozitu látky. Statisticky významné rozdíly v odpovědích chlapců a dívek v tomto případě potvrzeny nebyly. Podíváme-li se na vyhodnocení správných odpovědí dle lokality, žáci z malých obcí chybovali v této úloze nejméně, statisticky významné rozdíly v celkovém hodnocení lokalit ovšem potvrzeny nebyly. Při srovnání žáků se studenty jsme identifikovali statisticky významné rozdíly v jejich úspěšnosti, přesto se v případě studentů vyskytlo chybné označení benzínu, který podle některých respondentů není látkou, která plave na vodě. Rovněž se vyskytlo malé množství odpovědí, které označovaly brambor jako předmět, který ve vodě plave. Dále bylo možné u studentů identifikovat chybná rozhodnutí o větší hustotě těchto dvojic látek: dřevo – železo, voda – olej, voda – vzduch. Pojem hustota jsme dále testovali pomocí hlasovacího zařízení na vzorku 56 lidí v rámci zahraničního semináře, kterého se zúčastnily skupiny lidí působících na vysokoškolských institucích různých zaměření (přírodovědné, humanitní, sociální a umělecké obory) v rámci Evropské unie. Z výsledků šetření se ukázalo, že pojem hustota je problematický pro různé věkové skupiny. Téměř 60 % respondentů z tohoto vzorku chybovalo v rozhodnutí o hustotě vody a oleje, dále pak vody a dřeva.

Na základě vyhodnocení otázek č. 7 a 8 vidíme, že pojem hustota je pro věkové skupiny žáků 5. třídy obtížný a jeví se jako problematický pro více než 30 % studentů, z nichž řada zastává své naivní pojetí tohoto pojmu. Potvrdilo se, že pojmu hustota je třeba věnovat zvýšenou pozornost a názornými ukázkami, demonstracemi a především experimenty tento pojem konkretizovat. Pro zařazení pojmu hustota do integrovaného pojetí výuky se nabízí zohlednění fyzikálního, chemického i biologického hlediska.

Dále jsme do výzkumu zařadili otázku z oblasti biologie týkající se živých organismů a jejich podmínek života. Stejně jako v případě hodnocení předvýzkumu i zde se potvrzuje, že žáci mají s těmito jevy svoji individuální zkušenost vycházející z běžného života. Celkové hodnocení potvrdilo statisticky významné rozdíly v odpovědích dívek a chlapců. Vyšší procento chlapců ve srovnání s dívkami bylo klasifikováno škálou 4 a 5. Důvodem byla četnější identifikace ledu, jako nezbytného pro život organismů. Chlapci rovněž častěji označovali „pohyb“ za nezbytný pro život organismů. Výraznější demografické rozdíly identifikovány nebyly. Při srovnání žáků a studentů jsme ověřili statisticky významné rozdíly v úspěšnosti respondentů. Zajímavé je, že téměř 10 % studentů také označuje led jako jednu z podmínek existence života.

Poslední část testu byla v rámci předvýzkumu věnována pojmové mapě. Většina žáků měla problém s vytvořením pojmové mapy, zejména z důvodu nedostatečné zkušenosti s tímto typem úloh na základní škole. Pouze jedna třetina studentů se kromě vypsání pojmů pokusila i o jejich hierarchické seřazení. Nejčastěji se v souvislosti s pojmem Slunce objevovaly pojmy světlo, Sluneční soustava, teplo, barvy. V případě žáků základní školy se jeví jako problematické, aby pojmovou mapu žák sám vytvořil. Z tohoto důvodu byla úloha v dalších částech výzkumu nahrazena úkolem, ve kterém měli žáci k vybraným pojmům přiřadit související pojem prezentovaný graficky. Nejčastěji volená přiřazení jsme zaznamenali v těchto případech: kyslík – továrna (chybně), železo – továrna (chybně), železo – magnet (správně), planeta – strom (chybně), kyslík – strom (správně), teplo – teploměr (chybně), teplo – slunce (správně), rtuť – kost (chybně), rtuť – teploměr (správně). Obdobné chyby se vyskytují i v případě studentů, ačkoliv byly chí-kvadrát testem potvrzeny statisticky významné rozdíly v řešení této úlohy. Zejména pojem teplo je žáky často vnímán jako „látka“ přecházející mezi tělesy a měřitelná teploměrem. Žáci často vůbec nerozlišují mezi pojmy teplo a teplota. I z této části výzkumu je zřejmé, že korektnost chápání vybraných pojmů je třeba zohlednit nejen v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání, ale i v tradiční výuce.

7 Vzdělávací moduly v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání

Kognitivní náplň jednotlivých přírodovědných celků je v současnosti prezentována většinou škol v rámci samostatných vyučovacích předmětů. Učivo je předkládáno v rozdílných časových dimenzích, odlišných souvislostech, vědeckých pojetích s různým odborným názvoslovím, které je specifické pro konkrétní vyučovací předmět či kognitivní oblast. Tento způsob předkládání nových informací často způsobuje nekonzistentnost žákových poznatků a nedostatečné porozumění vzájemným souvislostem a vztahům v rámci probíraného učiva, či neschopnost vnímání různých pohledů na daný problém. Jak uvádí ve své práci L. Podroužek, často dochází k umělému rozdělení reálného světa žáka podle náplně dílčích vyučovacích předmětů, a tím rovněž k odtržení žákových zkušeností a reálného života, což zásadním způsobem komplikuje jeho orientaci v učivu, zejména v praktických problémech z každodenního života, protože si neuvědomuje vazby na děje a jevy v reálném světě (Podroužek, 2005). Snahou učitele, vedoucí k eliminaci zmíněných problémů, by mělo být co nejefektivnější využití mezipředmětových vazeb (mezi vyučovanými předměty, okruhy nebo tématy). Jako častý problém se jeví zejména hledání souvislostí mezi vyučovanými předměty, které je pro učitele často časově náročné a obnáší využití širokých zkušeností a znalostí v rámci vyučované problematiky. Efektivním řešením je vytvoření modulárního přístupu v integrované výuce přírodovědných předmětů, který by logicky propojil izolované informace z různých částí učiva ve smysluplné celky. Pojem modul je používán v různých oblastech a označuje relativně samostatné jednotky určitého celku. Vzdělávací modul je v pedagogickém slovníku zaveden jako „různě rozsáhlá, relativně ucelená jednotka, kterou lze ve výuce zařazovat v závislosti na cílech, specifických potřebách a profilaci studia“ (Průcha, Walterová, Mareš, 2003, s. 127). D. Nezvalová ve své monografii uvádí základní kritéria, která vzdělávací modul splňuje (Nezvalová, 2007):

- umožňuje definovat vzdělávací obsah;
- má jasně definované vzdělávací cíle;
- je relativně samostatnou jednotkou a je možno jej zapojit do rozmanitých částí školního vzdělávacího programu;
- má definované výsledky a jejich hodnocení;
- umožňuje propojení s ostatními moduly.

Zpracované vzdělávací moduly vychází z kognitivní náplně jednotlivých přírodovědných předmětů různých ročníků základní školy a tvoří didaktický systém integrované výuky. Tyto moduly lze chápat jako základní, a mohou se využívat ve výuce přírodovědného předmětu v 6. – 9. ročníku základní školy a v primě až kvartě nižšího stupně víceletého gymnázia. Každý modul, který je součástí tohoto systému, není úplně izolován. V systému je možná existence paralelních modulů, a může být rovněž doplněn dalšími moduly.

Modulární přístup v integrované výuce přírodovědných předmětů respektuje komplexní kurikulární dokument vytvořený pracovníky Výzkumného ústavu pedagogického v Praze a MŠMT ČR s názvem „Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání“ (RVP ZV), který je závazným vymezením vzdělávání pro vytvoření školního vzdělávacího programu (ŠVP). Školní vzdělávací program již přísně tematicky neurčuje vzdělávací obsah přírodovědných předmětů, ale zaměřuje se na mezipředmětový charakter obecných a očekávaných kompetencí žáků.

Učební plán pro základní vzdělávání je v RVP ZV koncipován tak, že vzdělávací obsah lze transformovat jak do izolovaných vyučovacích předmětů, tak do integrovaných předmětů v rámci jednotlivých vzdělávacích oblastí (Člověk a příroda, Člověk a společnost, Informační a komunikační technologie, Člověk a zdraví, Člověk a svět práce). V RVP ZV je uvedeno: „Z jednoho vzdělávacího oboru může být vytvořen jeden vyučovací předmět nebo více vyučovacích předmětů, případně může vyučovací předmět vzniknout integrací vzdělávacího obsahu více vzdělávacích oborů (integrovaný vyučovací předmět). RVP ZV umožňuje propojení (integraci) vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů. Integrace vzdělávacího obsahu musí respektovat logiku výstavby jednotlivých vzdělávacích oborů. Základní podmínkou funkční integrace je kvalifikovaný učitel. Záměrem je, aby učitelé při tvorbě školních vzdělávacích programů vzájemně spolupracovali, propojovali vhodná témata společná jednotlivým vzdělávacím oborům a posilovali nadpředmětový přístup ke vzdělávání“ (RVP ZV, 2007, s. 18). Vzdělávací oblasti dále doplňují průřezová témata (Výchova demokratického občana, Osobnostní a sociální výchova, Environmentální výchova, Mediální výchova, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Interkulturní výchova), která mají formativní charakter a mají tvořit základnu pro uplatňování projektové výuky a modulové uspořádání učiva, což podporuje komplexní pohled na studovanou problematiku (RVP ZV, 2007). Tyto přístupy respektují

i zpracované vzdělávací moduly, které propojují kognitivní náplň blízkých vzdělávacích oblastí v jeden celek.

Ve vzdělávacích modulech se zaměříme na pojmy, které se jeví jako nejvíce problematické dle výše uvedeného výzkumu. Tyto pojmy jsou rovněž předmětem výuky v kurikulu přírodovědných předmětů na základní škole a žáci se s nimi setkávají v běžném životě. Jedná se zejména o pojmy: látka, živá (neživá) přírodnina, živý organismus, pevná látka, kapalina, plyn, změna skupenství, teplo, teplota, energie, hustota.

Struktura každého modulu je volena takto:

1. Název dílčího tématu
2. Obsahové standardy
3. Základní pojmy
4. Cílové standardy
5. Úkoly a experimenty
6. Výsledky a jejich hodnocení
 - 6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka
 - 6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka
 - 6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka

V rámci modulu se struktura těchto šesti bodů bude opakovat v závislosti na počtu dílčích témat. Ve struktuře každého modulu jsou použity tzv. standardy. Standardy přírodovědného vzdělávání jsou chápány jako kritéria kvality ve smyslu:

- kvalita programu výuky a kvalita samotného vyučování přírodním vědám;
- kvalita znalostí a dovedností žáků;
- kvalita hodnocení v přírodních vědách.

Tyto standardy poskytují kritéria k posouzení pokroku a vize ve vzdělávání v přírodních vědách. Obsahové a cílové standardy určují oblasti přírodovědného vzdělávání, cíle a základní popis obsahu dané oblasti, kterou by měl žák na tomto stupni základní školy studovat (Nezvalová, 2007).

Každý modul obsahuje i konkrétní náměty na úkoly a experimenty (část 5.). V návaznosti na testované pojmy uvedeného výzkumu uvádíme vždy konkrétní zpracované návrhy na vybrané úkoly se stručným popisem postupu. Úkoly a experimenty lze provádět

jak frontálně, tak individuálně či ve skupinách. Návrhy rovněž zahrnují praktické exkurze v přírodě.

V každém modulu rovněž uvádíme kritéria pro výsledky a jejich hodnocení (část 6.). Hodnocení lze realizovat mnoha způsoby. Tradičně je možné využít testy, písemné prověrky či ústní zkoušení. Rovněž lze využít portfolio, rozhovory, protokoly z laboratorních úloh, projekty, eseje, zprávy o pozorování, prezentace, kresby či pojmové mapy. Tyto formy hodnocení, musí být využívány způsobem, který odpovídá možnostem a schopnostem žáka, vzhledem k jeho vývojovým schopnostem a v kontextu s obsahem, který byl žákovi prezentován. Hodnocení takto musí zjišťovat možnosti žáků učit se přírodovědě a rovněž by mělo měřit učitelovy profesionální kompetence, čas, který byl věnován výuce a zdroje, které byly žákům dostupné (Nezvalová, 2007). Pro každé uvedené hodnotící kritérium lze využít tradiční hodnotící stupně 1 – 5, které v souladu s D. Nezvalovou charakterizujeme takto:

- **Stupeň 1** – Žák značně přesahuje či zcela splňuje vymezená kritéria, ovládá požadované vědomosti, fakta a zákonitosti a zcela rozumí jejich vzájemným vztahům. Žák umí aplikovat vědomosti a dovednosti bez pomoci učitele při řešení teoretických i praktických úkolů. Žák je schopen analyzovat a řešit problémy a jejich výsledky znovu podrobit kritické analýze a syntéze. Žák prokazuje značnou aktivitu, pracuje tvořivě, samostatně a má hluboký zájem o přírodovědu.
- **Stupeň 2** – Žák splňuje stanovená kritéria, ovládá z velké většiny požadované vědomosti, pojmy, definice a zákonitosti. Dokáže osvojené poznatky aplikovat, projevuje značnou samostatnost a tvořivost. Učitel musí k těmto činnostem žáka drobně pobízet. Žák je schopen syntézy poznatků s pomocí pedagoga. Žák neprojevuje hlubší zájem o přírodovědu.
- **Stupeň 3** – Žák se blíží k dosažení vymezených kritérií. Lze identifikovat nepodstatné mezery v úplnosti osvojení požadovaných vědomostí a dovedností. Na základě přímých podnětů pedagoga se žák snaží korigovat nedostatky ve znalostech a praktických dovednostech. Žák vykazuje málo tvořivé a samostatné myšlení, umí s občasnými chybami používat své znalosti a s pomocí učitele je schopen analyzovat problémy. Neprojevuje aktivní zájem o přírodovědu.
- **Stupeň 4** – Žák jen částečně splňuje stanovená kritéria. Lze identifikovat podstatné mezery v úplnosti osvojení požadovaných vědomostí a dovedností. Žák neumí

nedostatky ve vědomostech korigovat ani na základě přímého podnětu učitele. Logické myšlení žáka není samostatné ani tvořivé. Žák s častějšími a vážnějšími chybami používá své vědomosti, s nedostatečnou kvalitou a kvantitou výstupu. Žák je schopen odstranit jen základní chyby při výrazné intervenci pedagoga. Žák projevuje odmítavé postoje k přírodovědě.

- **Stupeň 5** – Žák nedosahuje stanovených kritérií, nemá uceleně osvojené poznatky a lze v nich identifikovat zásadní nedostatky. Při snaze o uplatnění osvojených vědomostí a dovedností a při řešení teoretických i praktických úkolů se vyskytují závažné chyby. Žák zná učivo bez souvislostí, neumí opravit vlastní chyby, neumí propojit obsah učiva, nezvládá praktické aplikace a neumí pracovat s pomůckami. Vědomosti a dovednosti žáka jsou minimální. Ani v přítomnosti učitele se jeho výkon nezlepšuje. Žák nemá zájem o přírodovědu.

V souladu s týmem oborových didaktiků fyziky, chemie a biologie, který navrhl projekt GAČR „Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání“, a rovněž se podílel na realizaci a tvorbě modulárního přístupu v integrované výuce přírodovědných předmětů, je dále konstruováno 8 vzdělávacích modulů:

- 1) Příroda a poznávání
- 2) Energie a pohyb
- 3) Energie a látka
- 4) Interakce látek
- 5) Vlnění, světlo a zvuk
- 6) Elektrická energie a její transfer
- 7) Zdroje energie
- 8) Vývoj v přírodě a vesmíru

7.1 Modul 1 - Příroda a poznávání

1. **Název tématu:** Poznávání v přírodovědě, metody zkoumání neživé přírody, veličiny a jejich měření.
2. **Obsahové standardy:** Živá a neživá příroda. Pozorování a popis přírodního děje. Přírodovědný experiment. Řešení problémů, postup a strategie. Veličiny, jednotky,

soustava jednotek, měřidla, předpony jednotek, měření délky, objemu, hmotnosti, hustoty, času, teploty. Mezinárodní soustava jednotek. Grafy a jejich užití.

3. Základní pojmy: příroda, pozorování, experiment, model, konstanta, měření, graf, závisle a nezávisle proměnná, jednotka, délka, metr, objem, litr, hmotnost, kilogram, hustota, čas, sekunda, teplota, Celsiův stupeň, kelvin, soustava SI.

4. Cílové standardy – žák dokáže

- vysvětlit pojmy živá a neživá příroda a definovat příslušné vědy;
- vyjádřit charakteristiky základních přírodních věd;
- uvést příklady využití moderních technologií v přírodních vědách a porovnat je s vlastní zkušeností;
- pochopit důležitost postupu při experimentu;
- pochopit potřebu měření veličin a nutnost existence mezinárodních prototypů jednotek;
- vybrat a použít vhodná měřidla pro měření základních veličin;
- vyjmenovat a využívat předpony jednotek;
- identifikovat jednotky soustavy SI a uvést značku, jednotku a značku jednotky pro veličiny délka, objem, hmotnost, hustota, čas a teplota;
- převádět jednotky;
- identifikovat typy grafů (čárové, sloupcové a kruhové), a rozlišit závisle a nezávisle proměnné;
- sestrojít graf.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Určení základních vlastností živých a neživých přírodnin.

Stručný popis: Žák experimentem srovnává základní rozdíly mezi neživou a živou přírodninou. V případě živé přírodniny je vhodné použít semena rychle klíčící a vyvíjející se rostliny, kterou žák po naklíčení zasadí do humózní půdy s občasným zaléváním. Průběžně pak zaznamenává pozorované změny a po vykvetení vyjme rostlinu z půdního substrátu, změří a zváží. Rozměry a hmotnost před a po pokusu žák porovnává s využitím grafického znázornění. Stejný pokus současně žák aplikuje pro případ neživé přírodniny (minerál) a porovná výsledky. Úkol současně zahrnuje problém měření délek a hmotností, které lze provést pomocí různých druhů měřidel (pravítko, posuvné měřítko, mikrometrické měřítko, technické váhy, digitální předvážky), porovnat vhodnost jejich použití a určit přesnost měření.

Pokus lze provést pro variantu živá přírodnina – jednobuněčný živočich, zhotovit mikroskopický preparát, sledovat a srovnávat pohyb živých jednobuněčných organismů a neživých minerálních částic v mikroskopu. V případě minerálních částic neregistrujeme pohybovou aktivitu na rozdíl od jednobuněčných živočichů. Již na jednobuněčné úrovni je pohyb obecnou charakteristikou živých organismů.

Dále lze pokus rozšířit o lidský výrobek nebo produkt vzniklý lidskou činností. Při mikroskopování minerálních částic lze detekovat Brownův pohyb. Je třeba, aby učitel tento pohyb odlišil od pohybů vitálních a princip vysvětlil.

5.2 Určení hustoty a objemu pevných látek pravidelného a nepravidelného tvaru, kapalin (voda, olej atd.).

Stručný popis: Žáci určují hustotu předmětů pravidelného tvaru s využitím matematického výpočtu objemu. U předmětů nepravidelného tvaru určují žáci objem pomocí odměrného válce s vodou, do které zkoumaný předmět ponořují a zaznamenávají hodnoty objemu před a po vložení celého předmětu do odměrného válce. V úloze lze rovněž porovnávat a prakticky ověřovat hustoty různých druhů pevných látek (stejného objemu). Předměty nepravidelných tvarů musí mít dostatečně velký objem, aby nedocházelo k velkému zkreslení hodnot objemů a zároveň je bylo možné vložit do odměrného válce.

Žáci dále zjišťují hmotnost kapalin pomocí vážení prázdné odměrné baňky a naplněné baňky zkoumanou kapalinou. Výpočtem dále určují hustotu zkoumané kapaliny a porovnávají s tabelovanými hodnotami. Pokusem rovněž porovnávají a následně výpočtem ověřují větší či menší hustotu dvojic zkoumaných kapalin.

5.3 Objemové měření vitální kapacity lidských plic.

Stručný popis: Žáci v rámci pokusu měří vlastní vitální kapacitu plic pomocí spirometru a údaje značí do tabulky, která je společná pro celou pracovní skupinu. V případě, že některý žák má výrazně vyšší vitální kapacitu plic, ostatní žáci hledají příčinu (aktivně provozuje sport atd.). Žáci dále porovnávají průměrnou vitální kapacitu plic chlapců a dívek a hledají případné rozdíly. Všechny hodnoty se různými metodami zaznamenávají pomocí grafů. Analogický úkol lze v rámci pracovních skupin provést pro určování vlastní tepové frekvence žáků a její závislosti na námaze. Při těchto pokusech se učitel nabízí řada vysvětlení z oblasti biologie pro průběh naměřených hodnot.

5.4 Měření obsahu vody v rostlinách.

Stručný popis: Žáci pomocí experimentu určí procentní vyjádření obsahu vody v rostlinných tkáních a zdůvodní její nezbytnost pro život na Zemi. Jako zkoumané vzorky lze použít nasbírané listy, části rostliny, či různé druhy ovoce. Přírodní materiál si žáci mohou opatřit sami. Žáci pomocí vhodného typu vážení zjistí hmotnost vzorku před a po sušení. Údaje zaznamenají do tabulky a zobrazí graficky. Výpočtem zjistí obsah vody a vyjádří jej v procentech.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- rozlišit poznatek z oblasti živé a neživé přírody;
- navrhnout a provést jednoduchý fyzikální a chemický experiment;
- navrhnout pozorování neživé nebo živé přírodniny ve volné přírodě nebo ve školní laboratoři s využitím mikroskopu;
- využívat jednotky příslušných veličin;
- identifikovat přírodovědné problémy z vlastní zkušenosti.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- identifikovat závisle a nezávisle proměnné v experimentu;
- plánovat, provádět a organizovat přírodovědné pozorování, pracovat s mikroskopem;
- vyhodnotit ostatní proměnné na základě změny jedné proměnné;
- používat vhodných nástrojů, pomůcek a přístrojů k provedení měření veličin experimentů a pozorování;
- používat vhodných měřidel k měření délky, času, teploty a hmotnosti;
- konstruovat samostatně grafy lineární závislosti na základě zjištěných dat.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Prokázat zájem o otázky spojené s přírodovědou.
- Projevovat respekt k vědeckým objevům.
- Hledat důkazy k obhajobě svých návrhů při řešení problémů.
- Spolupracovat v týmu a respektovat názory ostatních.
- Zapsat výsledky pozorování a diskutovat je s ostatními.

- Vyhodnocovat výsledky pozorování a formulovat validní závěry, založené na důkazech.
- Diskutovat výsledky experimentů a pozorování písemně i ústně.

7.2 Modul 2 - Energie a pohyb

1. **Název tématu:** Pohyb a rychlost, zrychlení, síla
2. **Obsahové standardy:** Pohyb a poloha. Pohyb a čas. Změna rychlosti. Výpočet rychlosti. Výpočet času. Graf závislosti dráha – čas. Velikost a směr rychlosti. Zrychlení. Působení síly na tělesa. Setrvačnost. Gravitační síla. Vitální pohyb jako obecná vlastnost organismů. Pohyb částic v prostředí – difuze. Pohyb molekul plynů.
3. **Základní pojmy:** rychlost, okamžitá rychlost, konstantní a průměrná rychlost, velikost a směr rychlosti, zrychlení, síla, setrvačnost, gravitace, vitální pohyb, pohyb molekul látek, difuze.
4. **Cílové standardy – žák dokáže**
 - definovat rychlost;
 - vypočítat rychlost, dráhu a čas;
 - interpretovat graf závislosti dráha – čas;
 - rozlišit druhy pohybu z hlediska rychlosti;
 - popsat pohyb molekul látek;
 - vysvětlit princip difuze;
 - charakterizovat vitální pohyb jako obecnou vlastnost organismů;
 - identifikovat různé způsoby pohybu;
 - identifikovat pohyb nižších živočichů z místa na místo (lokomoce);
 - odlišit pohyb na úrovni orgánové a dovede na základě pozorování identifikovat i pohyby pozvolné.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Aktivní pohyb listů.

Stručný popis: Úkolem žáka je charakterizovat a identifikovat různé způsoby pohybu, zejména pak vitální – aktivní pohyb jako obecnou vlastnost organismů. K pokusu je vhodné použít velkolisté pokojové rostliny, které jsou pěstovány ve třídě nebo na chodbě,

či v jiných školních prostorách, např. monstera (*Monstera deliciosa*), difenbachie (*Diffenbachia x bauseri hort.*), begonie korálová (*Begonia corallina*), případně pelargonie páskatá (*Pelargonium zonale*) a jiné. U vybrané rostliny zjistíme směr a orientaci svrchní plochy listových čepelí vzhledem k dopadajícímu světlu. Značkou označíme na okraji květináče počáteční orientaci listů k dopadajícímu světlu a květináč pootočíme o 90° nebo 180°. Květináče a jejich orientaci je třeba kontrolovat každý den a případně opravovat. Po určité době (dny až týdny) ověříme orientaci listových čepelí. Úkolem žáka je pak schematicky zakreslit orientaci listů vzhledem ke světlu před a jejich reakci po otočení rostliny. Délka pokusu je ovlivněna druhem použité rostliny a vnějšími podmínkami (teplota, vzdálenost od zdroje světla, zálivky atd.).

5.2 Pohyb plastidů uvnitř buňky.

Stručný popis: Cílem experimentu je pozorovat a charakterizovat vitální – aktivní pohyb plastidů na vnitrobuněčné úrovni pomocí mikroskopu. K pokusu je vhodné použít vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*). Odstříhneme některý z vrchních (mladých) lístků vodního moru a zhotovíme přechodný mikroskopický preparát v kapce vody. Nejprve použijeme při mikroskopování menší, následně pak větší zvětšení. Důležité je věnovat pozornost buňkám v blízkosti místa odstříhnutí lístku. Úkolem žáka je schematicky zakreslit buňky a směr pohybu obsahu vyznačit šipkami. Některé buňky, nejčastěji v blízkosti místa stříhu, vykazují pohyb plastidů – chloroplastů. Jde o pasivní pohyb, v důsledku jejich unášení pohybující se cytoplazmou. Tento pohyb je pomalý a nemusí se v daném okamžiku projevit ve všech buňkách. Často lze pohyb detekovat až po několika minutách po odstříhnutí a přípravě preparátu. Z toho důvodu je třeba kontrolovat, aby nedošlo k vyschnutí preparátu.

Pohyb v buňkách blízko místa stříhu se často označuje jako trauma(to)taxe (pohyb z místa na místo vyvolaný šokem z poranění). Pohyb cytoplazmy kolem stěn buněčných je rotací, podél vakuol (v cytoplazmatických provazcích) cirkulací. Rotační i cirkulační pohyby lze dobře pozorovat rovněž v buňkách květních trichomů podeňky (*Tradescantia*), v trichomech stonků a listů vlašovičníku většího (*Chelidonium majus*) či rostlin čeledi tykvovité (*Cucurbitaceae*).

5.3 Pohyb molekul plynů.

Stručný popis: Úkolem žáka je zjistit, která z molekul (NH_3 nebo HCl) se pohybuje větší rychlostí. Do jedné kádinky nalijeme asi 2 ml amoniaku a do druhé 2 ml kyseliny chlorovodíkové. Dlouhou skleněnou trubici (40 cm délka, 1,5 cm průměr) upevníme

do stojanu ve vodorovné poloze a vložíme do ní ve stejný okamžik na jednom konci filtrační papír nasáklý koncentrovaným amoniakem a na druhém konci nasáklý koncentrovanou kyselinou chlorovodíkovou. Po chvíli se vytvoří prstenec bílého dýmu chloridu amonného v rozdílné vzdálenosti od obou konců trubice. Důsledkem je vyšší rychlost molekul amoniaku ve vzduchu ve srovnání s molekulami chlorovodíku.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- rozhodnout, zda je těleso v klidu nebo v pohybu vzhledem k jinému tělesu.
- popsat pohyb tělesa pomocí polohy, směru a rychlosti pohybu;
- využít vztah $v = s/t$ k řešení úloh z každodenní praxe;
- analyzovat účinky síly na rychlost a směr pohybu tělesa;
- předvídat, jak velikost síly nebo hmotnost ovlivní pohyb tělesa;
- předpovědět pohyb tělesa, je-li dána síla, která na něj působí, nebo je-li výsledná síla působící na těleso nulová;
- identifikovat síly působící na těleso, které jsou v rovnováze;
- identifikovat, popsat a odlišit různé principy vitálního pohybu;
- popsat pohyb molekul.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- zakreslit graf závislosti dráhy na čase;
- z grafu nebo z tabulky určit, kde bylo pohybující se těleso v daném čase nebo kdy bylo v daném místě;
- změřit a znázornit graficky sílu;
- provést jednoduchá pozorování pohybu na úrovni buněčné a na úrovni organismů.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Pozitivní vztah k živým organismům a etické přístupy při jejich pozorování a experimentech s nimi.
- Hledat alternativní možnosti k řešení problémů energie a pohybu.

1. **Název tématu:** Energie a teplo, organismus a energie
2. **Obsahové standardy:** Energie a práce. Pohybová a polohová energie. Výpočet práce. Lidské tělo a zákon zachování energie. Měření tepla. Tepelný pohyb. Přenos energie prouděním, vedením a sáláním. Tepelná izolace v živé a neživé přírodě. Teplo a teplota. Teplo a práce. Exotermické a endotermické chemické reakce. Tělesná teplota, teplokrevnost. Potrava jako zdroj energie pro lidské tělo. Potravní řetězce. Zákon zachování energie a hmotnosti a živé organismy. Oteplování, skleníkový efekt a znečišťování prostředí.
3. **Základní pojmy:** energie, práce, zákon zachování energie, teplo, joule, proudění, vedení, sálání, populace, potrava.
4. **Cílové standardy – žák dokáže**
 - rozlišit potenciální a kinetickou energii;
 - porovnat fyzikální obsah pojmu práce a práce v denním životě;
 - pochopit přeměnu potenciální a kinetické energie;
 - porozumět zákonu zachování energie;
 - vysvětlit rozdíl pojmů teplo a teplota;
 - uvést příklady přeměny tepla a práce;
 - uvést příklady tepelné výměny vedením, prouděním a zářením;
 - porovnat látky podle jejich tepelné vodivosti;
 - uvést příklady exotermických a endotermických reakcí z denního života;
 - popsat problematiku tepelné izolace v živé a neživé přírodě;
 - porozumět problematice oteplování, skleníkovému efektu a znečišťování životního prostředí.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Zkoumání tepelné vodivosti různých materiálů.

Stručný popis: V první části úkolu žáci zkoumají tepelnou vodivost tyčí z různých materiálů. V pokusu je využita kovová tyč, jejíž jedna polovina je např. z hliníku a druhá ze železa. Na tyči jsou pomocí vosku připevněny dřevěné špalíky. Tyč, která je vodorovně upevněna z každé strany do laboratorního stojanu, uprostřed (v místě styku obou materiálů) zahříváme. Materiál, který je lepším vodičem tepla, se zahřívá rychleji, vosk taje a špalíky odpadávají z tyče.

Žáci dále zkoumají tepelnou vodivost vzduchu. Do připravených materiálů (porézní materiál, kožešina, noviny, atd.) žáci zabalí vždy po kousku ledu. Jeden kousek ledu

zůstává volně ležet na stole. Po pěti minutách žáci porovnávají zkoumané kousky ledu. Vzduch je špatný vodič tepla, porézní materiály proto mají také špatnou tepelnou vodivost.

Dále lze zkoumat tepelnou vodivost oceli. Proužek papíru přilepíme těsně kolem ocelové tyčinky a potom jej vložíme do plamene svíčky. Ocel je dobrý tepelný vodič, kovový materiál rychle odvádí teplo vedením z povrchu tyčinky, takže se zde udrží nižší teplota, než je zápalná teplota papíru. Žáci mohou dále diskutovat, proč se kovové předměty jeví v zimě jako studenější apod.

Poslední část úkolu se týká tepelné vodivosti kapalin. Žáci naplní 75 % objemu větší zkumavky vodou, uchopí ji na spodním konci a horní část zahřívají plamenem. Otvor zkumavky míří od osoby směrem pryč. Žáci pozorují, že horní vrstva vody dosáhla bod varu, přičemž ve spodní části zkumavky ohřev neregistrujeme. Z pozorování plynou závěry, že voda má jen malou tepelnou vodivost. Žáci mohou dále diskutovat využití vodivosti kapalin vzhledem k potřebě izolace či vedení tepla.

5.2 Uvolňování energie rostlinami (klíčení semen).

Stručný popis: Cílem experimentu je zjistit, zda klíčící semena uvolňují přebytečnou energii do okolí a dále určit původ uvolňované energie. Do připraveného skleněného válce (zhruba do výšky 5 – 10 cm) nasypeme navlhčená semena hrachu setého (*Pisum sativum*), vložíme teploměr a pomocí kousku plátna a gumičky válec uzavřeme. Na teploměru odečteme počáteční teplotu. Válec umístíme do místa se stálou teplotou. Po vyklíčení semen znovu odečteme teplotu a její hodnotu porovnáme s počáteční teplotou. Úkolem žáka je v pravidelných intervalech (např. 5 hodin) odečítat a zaznamenávat teplotu do připravené tabulky. Získané výsledky teplotních změn žák zobrazí pomocí vhodného typu grafu.

V průběhu klíčení semen dochází k intenzivnímu dýchání za současného uvolňování energie. Sledovaná teplota vzrůstá v důsledku uvolňování části energie (tepelná energie) do okolí. Teplotní růst je ovlivněn dalšími faktory (množství semen, jejich kvalita, teplota okolí atd.).

5.3 Uvolňování energie houbami (kvasinkami).

Stručný popis: Úkolem žáka je určit, zda při množení a růstu kvasinek, a při samotném kvašení dochází k uvolňování tepelné energie. Do Erlenmayerovy baňky o objemu 1 litr vlijeme 500 ml vody o teplotě asi 20 °C, přidáme 50 g sacharózy, uzavřeme korkovou nebo pryžovou zátkou a pro urychlení rozpouštění protřepeme. Zátku odstraníme a přidáme 5 – 10 g kvasnic. Baňku znovu zazátkujeme a protřepeme, až se objeví bílé

zabarvení. Korkovou zátku dále nahradíme zátkou z buničité vaty, kterou lze protáhnout teploměr, a ihned odečteme výchozí teplotu. Žáci dále ve stejných časových intervalech (1 hodina) odečítají teplotu a její hodnotu zaznamenávají do připravené tabulky. V závislosti na výchozí teplotě začíná proces kvašení, který se projevuje uvolňováním bublinek CO_2 . Žáci průběžně zaznamenávají změny teploty kvasné směsi a výsledné hodnoty vyjádří pomocí vhodného typu grafu.

Z experimentu rovněž plyne, proč je nutno kvasné tanky během kvašení vinné šťávy chladit. Přehřátí by totiž vedlo ke zničení chuťových a aromatických látek. Pedagog může pokus využít i v rámci environmentální výchovy, kdy vysvětlí, že biolih vyráběný kvasnými procesy z obnovitelných zdrojů se přidává do benzínu, čímž se snižuje podíl fosilních paliv a spotřeba ropy.

5.4 Jednoduchá exotermická a endotermická reakce.

Stručný popis: Žáci pozorují průběh a výsledek exotermické a endotermické reakce. K pokusu se použijí 2 zkumavky, do první z nich nasypeme (do výšky asi 1 cm) bezvodý síran měďnatý, do druhé dusičnan amonný. Teploměry vkládáme do zkumavek tak, aby rtuťová banička teploměru byla zcela ponořena v síranu a dusičnanu, a odečítáme teplotu. Dále přilijeme asi 1 ml vody do obou zkumavek a sledujeme vložené teploměry, nejvyšší dosaženou teplotu zapíšeme do připravené tabulky. Hydratační teplo síranu měďnatého je záporné, jedná se tedy o exotermický děj. Z bezvodého síranu měďnatého vzniká při reakci s malým množstvím vody pentahydrát síranu měďnatého (skalice modrá). Rozpouštěcí teplo dusičnanu amonného, resp. draselného i manganistanu draselného je kladné, jde tedy o endotermický děj.

Jako ukázkou exotermické a endotermické reakce lze použít i jiné látky jako např. Mg, Zn, Al se zředěnou kyselinou chlorovodíkovou, atd.).

5.5 Projekt – žáci studují vybraný druh sportu z fyzikálního hlediska (pohybu, síly, rychlosti, práce, přenosu tepla, tepelné izolace) a chemicko-biologického hlediska (spotřeba energie, pitný režim, ochlazování a oteplování organismu).

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- vysvětlit jak se mění jeden druh energie na jiný, včetně mechanické (polohové a pohybové) a chemické s využitím zákona zachování energie;
- vysvětlit zákon zachování energie v ekosystémech;
- identifikovat zdroje tepla, mechanické a chemické energie;
- uvést příklad tepelné výměny prouděním, vedením a sáláním a předpovědět jak se v procesu tepelné výměny mění teplota daných těles;
- určit, které chemické reakce patří mezi exotermické a které mezi endotermické;
- určit význam vlivu teploty na průběh chemických reakcí včetně souvislostí z každodenního života.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- charakterizovat zákon o zachování hmotnosti a energie a uvést druhy energií a jejich přeměny;
- vnímat, že energetický metabolismus je jednou z obecných vlastností organismů;
- chápat, že mezi organismy a prostředím dochází k výměně energie.
- změřit teplotu tělesa a výsledek správně zapsat;
- změřit závislost teploty tělesa na čase, sestavit tabulku a narysovat graf závislosti teploty tělesa na čase;
- navrhnout řešení problémů tepelných ztrát v domě a identifikovat zdravotní problémy plynoucí ze studeného průvanu v místnosti;
- vybrat a integrovat informace z různých zdrojů (tištěných a elektronických) k současnému využití přeměny tepla na práci;
- identifikovat specifické otázky, týkající hledání potravy jako zdrojů energie pro živé organismy;
- vytvářet předpoklady a hypotézy založené na vyhledávání informací o vlivu člověka na přírodní prostředí a jeho přežití.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Prokázat zájem o odpovědi na otázky spojené s oblastmi, ve kterých je důležité teplo a tepelná výměna.
- Demonstrovat pochopení pro vědecký pokrok na základě porovnání využití tepla a přenosu tepla v minulosti a současnosti, ve vyspělých a rozvojových zemích.
- Hledat důkazy a obhájit je, že věda a technologie zkoumá cesty k úspoře tepla a rozvíjí se na základě globálních a lokálních energetických potřeb.

7.3 Modul 3 - Energie a látka

1. **Název tématu:** Látky pevné, kapalně a plynné a jejich vlastnosti. Látka a teplota. Stavba látek. Energie v živé přírodě.
2. **Obsahové standardy:** Kinetická teorie látek. Změny skupenství. Tlak v kapalinách a plynech. Archimédův zákon. Pascalův zákon. Částicová stavba látek. Fyzikální a chemické vlastnosti látek. Fotosyntéza. Voda, ovzduší a znečišťování a jeho regulace. Využití koloidů při odstraňování nečistot vody a ovzduší. Chemická rizika v domácnosti.
3. **Základní pojmy:** pevné látky, krystalické a amorfnní látky, kapaliny, plyny, pohyb částic, kinetická teorie, znečišťování ovzduší, vypařování, kondenzace, tlak, Archimédův zákon, Pascalův zákon, chemický prvek a sloučenina, roztok, emulze, disperze, aerosol, pěna, dým.
4. **Cílové standardy – žák dokáže**
 - popsat vlastnosti látek (skupenství pevné, kapalně a plynné) a vysvětlit jejich skupenské přeměny;
 - využít kinetické teorie k popisu vlastností látek;
 - vysvětlit tlak v plynu a kapalině;
 - vysvětlit na základě Archimédova zákona kdy těleso plove, vznáší se nebo klesá ke dnu;
 - uvést příklady využití Pascalova zákona v praxi;
 - vysvětlit jak pracují některé technické prvky z praxe (vodovod, hydraulické brzdy);

- rozlišit chemický prvek a sloučeninu;
- uvést příklady fyzikálních a chemických vlastností látek;
- rozlišit chemický prvek a sloučeninu;
- aplikovat poznatky o rozpustnosti látek na jevy v přírodě.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Skupenské přeměny vody.

Stručný popis: Do kádinky o objemu 650 ml vložíme 0,5 kg ledu. Pomocí kahanu kádinku zahříváme, současně pozorujeme proces tání ledu do doby, než se led zcela rozpustí. Objem vody, která vznikla rozpuštěním ledu, změříme. Pomocí objemu vody

a její hustoty ($\rho = 1\,000\text{ kg/m}^3$) vypočítáme její hmotnost. Původní hmotnost ledu porovnáme s hmotností vzniklé vody. Dále vodu v kádince znovu zahříváme a pozorujeme její přeměnu v páru.

Žáci názorně sledují proces tání, vypařování a var. Učitel v rámci experimentu může zopakovat strukturu látek, výpočet hmotnosti a práci s tabulkami. Je vhodné nechat žáky pracovat s tabulkami samostatně a najít v nich hustotu vody. Učitel dále upozorní žáky na existenci anomálie vody. Led jako jediný při tání zmenšuje svůj objem, naopak při tuhnutí svůj objem zvětšuje. Žáci ve spolupráci s učitelem dále uvádí příklady z běžného života, např. sklenici s vodou není vhodné dát v zimě za okno, protože by došlo vlivem mrazu k jejímu rozbití.

5.2 Zjištění závislosti intenzity fotosyntézy na světle.

Stručný popis: Úkolem žáka je určit, zda plyn, který se uvolňuje v průběhu fotosyntézy, je kyslík. A dále zjistit, zda světlo ovlivňuje intenzitu fotosyntézy. Jako zkoumanou rostlinu použijeme vodní mor kanadský (*Elodea canadensis*). Dvě kádinky (objem alespoň 1 litr) naplníme do 3/4 vodou. Dále zcela naplníme vodou 2 zkumavky, uzavřeme je palcem, obrátíme dnem vzhůru a vložíme do kádinek. Zkumavky musí být stále zcela naplněny vodou. Z vrcholových částí vodního moru odřízneme části prýtu stejné délky a po jednom je umístíme řeznou plochou do ponořených zkumavek. Jednu kádinku umístíme do prostoru s mírným světlem (např. na okenní parapet), druhou kádinku postavíme na přímé světlo (osvětlujeme lampou nebo využijeme sluneční záření). Z řezných ploch lodyhy vodního moru unikají po chvíli bublinky plynu, který vytlačuje vodu ze zkumavek a zaujímá její prostor. Úkolem žáka je spočítat a zaznamenat počet bublin, které unikaly ze slabě a silně osvětlené rostliny v průběhu 1 minuty. Výsledky je možné zaznačit pomocí vhodného typu grafu a následně porovnat.

Dále vyjmeme rostlinu ze zkumavky. Zkumavku ucpeme palcem, aby vzniklý plyn nemohl uniknout, a obrátíme ji ústím vzhůru. Pomocí kahanu zapálíme špejli, kterou následně sfoukneme a žhnoucí konec vsuneme do zkumavky. Vzniklý plyn podporuje hoření, proto se špejle ve zkumavce poměrně rychle rozhoří.

Žáci na základě experimentu odvodí, že pro průběh fotosyntézy je potřebná světelná energie. Intenzita fotosyntézy je přímo úměrně závislá na intenzitě světelné energie. Dále z výsledků experimentu plyne, že v průběhu fotosyntézy se z rostliny uvolňuje kyslík, který podporuje hoření.

Jako další možný experiment lze v tomto dílčím tématu využít úkol s názvem „Vliv světla na fotosyntézu“ viz modul 5, úkol 5.3.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- nalézt společné a rozdílné vlastnosti kapalin, plynů a pevných látek;
- popsat skupenské přeměny látek;
- vysvětlit tlak v kapalině a plynu;
- rozlišit chemické a fyzikální vlastnosti látek;
- sumarizovat a porovnat procesy fotosyntéza a dýchání.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- identifikovat praktické problémy vztažené k tématu z vlastní zkušenosti;
- navrhnout a provést pokus a k ověření Archimedova zákona;
- změřit tlak v kapalině a plynu;
- nalézt odpovídající metody pro odlišení fyzikálních a chemických vlastností látek;
- používat bezpečně nástroje a přístroje;
- identifikovat otázky k vlastnímu pozorování rozmanitosti rostlin, živočichů a hub;
- bezpečně pracovat s biologickým materiálem a s chemickými látkami.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Prokázat zájem o odpovědi na otázky spojené s oblastmi, ve kterých je důležitý úspěch přírodních věd a v objasňování stavby hmoty a poznání struktury buňky.

- Spolupracovat v týmu při vyhledávání a zpracování dat z internetu.
- Schopnost hledat rovnováhu mezi potřebami společnosti a ochranou životního prostředí.
- Být odpovědný k ochraně rostlin vzhledem k jejich roli při obnově ovzduší spotřebou oxidu uhličitého a produkcí kyslíku.
- Uvědomovat si přítomnost „neviditelných“ mikroorganismů v prostředí, jejich případnou choroboplodnost a jednat podle toho.

7.4 Modul 4 - Interakce látek

- 1. Název tématu:** Fyzikální a chemické změny, energie a chemická reakce, interakce mezi organismy a prostředím.
- 2. Obsahové standardy:** Chemická reakce – typy a zákony zachování. Energetické změny v chemické reakci. Exotermická a endotermická reakce. Kyseliny, zásady, soli a jejich vlastnosti. Chemické látky škodící životnímu prostředí. Emise a smog. Regulace užívání syntetických organických rozpouštědel. Chemie pomáhá člověku. Výroba plastů a jejich recyklace. Důsledky chemizace na životní prostředí. Kyselé deště. Biom jako soustava ekosystémů podobných vlastností a jejich charakteristika. Biotické a nebiotické faktory. Symbióza a parazitismus.
- 3. Základní pojmy:** chemická reakce, reaktanty a produkty, chemická rovnice, zákon zachování hmotnosti, látkové množství, mol, molární hmotnost, exotermická a endotermická reakce, kyseliny, zásady, soli, plasty, recyklace, biom, symbióza, parazit.
- 4. Cílové standardy – žák dokáže**
 - určit, kdy interakce mezi látkami vede k fyzikální nebo chemické změně;
 - identifikovat látky spolu reagující a produkty chemické reakce;
 - vysvětlit podstatu chemické rovnováhy;
 - zapsat chemickou reakci rovnicí a upravit ji;
 - vysvětlit, jak chemická reakce odpovídá zákonům zachování hmoty a energie;
 - využít pojmy látkové množství a mol při vyjadřování množství;

- vypočítat molární hmotnost látky o známém složení z hodnot atomových hmotností prvků;
- rozlišovat mezi exotermickou a endotermickou reakcí;
- definovat pojmy kyseliny a zásady a popsat jejich vlastnosti;
- identifikovat hlavní biomy v přírodě;
- specifikovat biotické a nebiotické faktory, které ovlivňují biom;
- charakterizovat hlavní biomy podle specifických charakteristik prostředí;
- vybrat a popsat odpovídající biom pro organismus;
- popsat a zdůvodnit stav a problémy životního prostředí s důrazem na regionální hledisko;
- charakterizovat nejvýznamnější způsoby znečišťování životního prostředí a vlastní podíl na jeho předcházení;
- uvést rozdíly mezi parazitismem a symbiózou.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Biosféra a její biomy – tvorba pojmové mapy.

Stručný popis: Slova atmosféra (vzdušný obal), hydrosféra (vodní obal), litosféra (horninový obal) ap., jsou složeniny. Rovněž slovo biosféra je složenina. Úkolem žáka je zjistit a popsat význam biosféry, z čeho se skládá a pomocí pojmové mapy a nabízených pojmů znázornit vzájemné postavení biomů a biosféry. Žák stručně formuluje hierarchii ekologických celků a charakterizuje (definuje) pojem biosféra.

Žák může dále vybírat z nabídky pojmů a do tabulky správně doplnit k vyjmenovaným biomům typické společenstvo rostlin a typické společenstvo živočichů.

5.2 Parazitismus rostlin a hub – exkurze v přírodě.

5.3 Živočichové a parazitismus – pozorování preparátů.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- zapsat chemický děj chemickou reakcí a aplikovat zákon zachování hmotnosti a energie na chemické reakce;
- uvést faktory, ovlivňující rychlost chemické reakce;
- rozlišovat kyseliny a zásady, a použít indikátorů k určení pH;
- určit, které reakce patří mezi exotermické a které mezi endotermické;
- sumarizovat vlastnosti kyselin, zásad a solí;

- analyzovat energetické změny spojené s chemickou reakcí;
- sumarizovat charakteristické úrovně organizace populací, společenstev, ekosystémů, biomů a biosféry;
- identifikovat hlavní biomy v přírodě;
- specifikovat základní biotické a nebiotické faktory, které ovlivňují biom;
- ilustrovat energetické změny v potravinových řetězcích a energetických pyramidách.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- identifikovat praktické problémy vztažené k tématu z vlastní zkušenosti;
- navrhnout chemickou reakci, připravit pomůcky a vybrat vhodné přístroje;
- nalézt odpovídající vhodné metody pro získání vybraných chemických sloučenin;
- poskytnout první pomoc při zasažení očí nebo pokožky kyselinou nebo zásadou;
- připravit vybrané soli;
- vybrat a integrovat informace z různých zdrojů (tištěných a elektronických) k současnému využití různých chemických reakcí;
- identifikovat otázky k vlastnímu pozorování organismů v biomech;
- navrhnout pozorování nebo pokus k sledování účinku působení abiotických faktorů (např. eutrofizujících solí) na rostliny z ekologického hlediska;
- pozorovat a zaznamenávat data organismů, nacházejících se v biomu v blízkém okolí;
- navrhnout experiment k ověření stavu životního prostředí v blízkém okolí;
- identifikovat vliv kyselých dešťů v blízkém okolí;
- umět získávat validní data z pozorování.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Prokázat zájem o otázky spojené s důsledky chemizace na životní prostředí.

- Projevit zájem a aktivně se podílet na ochraně a tvorbě životního prostředí (třídění odpadu ap.).
- Spolupracovat v týmu při experimentování.
- Kriticky hodnotit data získaná z internetu.
- Hodnotit svou práci v týmu.
- Obhájit svůj názor a podpořit ho důkazem.
- Využívat odborného jazyka při objasňování pojmů a jevů.
- Být odpovědný při práci v týmu.
- Zapsat vhodnou formou pozorováním a experimentováním získaná data.
- Dokázat objasnit sledované jevy spolužákům.

7.5 Modul 5 - Vlnění, zvuk a světlo

- 1. Název tématu:** Vlnění, světlo a zvuk, záření.
- 2. Obsahové standardy:** Typy vlnění. Vlastnosti vln. Mechanické a elektromagnetické vlnění. Délka vlny, frekvence, rychlost. Zdroje zvuku. Vlastnosti zvuku. Šíření zvuku. Skládání zvukových vln. Interference. Hudební nástroje. Ultrazvuk. Lidské ucho a sluch. Akustika. Škodlivost hluku. Elektromagnetické vlnění. Rádiové vlny. Ohřev v mikrovlnné troubě. Ultrafialové, infračervené a rentgenové záření. Viditelné světlo. Vidění lidským okem. Gama paprsky a buňka. Světlo a barva. Světlo a látka. Zdroje světla. Vlnové vlastnosti světla. Odraz světla. Interference a difrakce. Lasery a hologramy. Lasery v lékařství. Zobrazení zrcadly. Zákon odrazu. Skutečný a virtuální obraz. Čočky. Vidění okem. Optické přístroje. Dalekohled. Mikroskop. Kamera. Optická vlákna. Optické přístroje. Fotoaparát.
- 3. Základní pojmy:** vlna, vlnová délka, amplituda, frekvence, rychlost, podélné a příčné vlnění, uzel, kmitna, zvuk, frekvence zvuku, ultrazvuk, interference, světlo, foton, interference, difrakce, zákon odrazu, spojka, rozptylka, vidění okem.
- 4. Cílové standardy – žák dokáže**
 - uvést charakteristické vlastnosti vlnění;
 - diskutovat a používat vztah mezi délkou vlny a frekvencí;
 - rozlišit vlnění postupné a stojaté;

- popsat šíření zvuku prostředím;
- charakterizovat zvuk podle jeho hlasitosti a výšky;
- porozumět principu slyšení;
- vysvětlit rozdíly mezi hlukem a hudbou;
- uvést příklady použití ultrazvuku ke znázornění vnitřních orgánů;
- popsat některé využití ultrazvuku v technice;
- popsat elektromagnetické spektrum;
- uvést alespoň jednu aplikaci každého typu záření elektromagnetického spektra;
- popsat, jak vnímáme barvu;
- analyzovat výhody a nevýhody různých světelných zdrojů;
- vysvětlit vliv světla na průběh chemických reakcí (fotosyntéza, fotografické procesy);
- rozlišit skutečný a zdánlivý obraz;
- graficky znázornit chod světelných paprsků při zobrazování a určit vztah mezi zobrazovaným předmětem a jeho obrazem;
- uvést rozdíly mezi spojkou a rozptylkou;
- vysvětlit funkci oka při vidění;
- vysvětlit krátkozrakost a dalekozrakost a jejich korekci čočkami;
- popsat některé optické přístroje.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Důkaz zvukových vln.

Stručný popis: Úkolem žáka je popsat a vysvětlit co lze pozorovat, když se rozezvučená náklepová ladička dotkne vodní hladiny (nejprve jedním ramenem, poté oběma rameny). Kyvetu naplníme do $2/3$ vodou a postavíme na stolek. Ladičku rozezvučíme silným úderem a jedním ramenem opatrně přibližujeme k vodní hladině. Pozorujeme, co se stane po dotyku vodní hladiny. Potom opět rozezvučíme ladičku a lehce ponoříme do vody obě její ramena. V místě dotyku se objeví kruhy, které se šíří po povrchu vodní hladiny. Pohyb ladičky se přenáší na částice v povrchové vrstvě vody. Tyto částice narážejí do dalších částic vody, a tak se kmitavý pohyb šíří jako vlnění po vodní hladině. Pozorujeme tzv. povrchové vlnění. Čím více ladičku udeříme, tím jsou vlny zřetelnější.

5.2 Zvukové vlny vyvolávají tlak.

Stručný popis: Cílem experimentu je popsat a vysvětlit jak se chová zvuková vlna, kterou demonstrujeme tlesknutím či poklepáním na gumovou membránu. K experimentu použijeme filtrační trubici, kterou upevníme do držáku vodorovně se stolem. Zvolíme vhodnou podložku pod čajovou svíčku, kterou umístíme před otvor trubice. Svíčku zapálíme a počkáme, až se plamen uklidní (zamezíme průvanu) a poté před otvorem trubice mohutně tleskneme. Pokus několikrát opakujeme a současně pozorujeme plamen svíčky.

Tlesknutí způsobuje zatlačení částic vzduchu do trubice. Ty narážejí na jiné částice vzduchu, které jsou v trubici a ty zase na další. Na konci trubice částice vystupují zúženým koncem s velkou rychlostí ven a vyvolávají tlak. Tato tlaková vlna se šíří a rozkmitá plamen svíčky, protože strhává částice vzduchu v okolí plamene.

V další části pokusu odstříhneme konec balónku, zbytek použijeme jako gumovou membránu, kterou natáhneme na otvor trubice. Stejně jako v předchozí části experimentu upevníme trubici vodorovně do držáku a před volný konec postavíme hořící svíčku. Na napnutou membránu poklepeme prstem a pozorujeme chování plamene svíčky. Poklepem na membránu jsou částice vzduchu tlačeny dovnitř trubice, kde narážejí na jiné částice vzduchu. Na konci trubice částice velkou rychlostí vystupují z malého otvoru a vytvářejí přitom tlakovou vlnu. Tato tlaková vlna rozkmitá plamen svíčky nebo jej uhasí, opět v důsledku strhávání částic vzduchu v okolí plamene.

5.3 Vliv světla na fotosyntézu.

Stručný popis: Úkolem žáka je zjistit, zda probíhá fotosyntéza i bez přístupu světla. Na rostlině zastíníme vhodným způsobem (např. kouskem alobalu) část listu. Po třech dnech odřízneme zastíněný list a jeden osvětlený list a porovnáme jejich zbarvení. Osvětlená část listu zůstala zelená, v neosvětlené části došlo k rozložení chlorofylu a list se zbarvil světle žlutě. Dále tento žlutý list přelijeme horkou vodou, kterou asi po 4 minutách slijeme do nádobky. Poté přidáme horký ethanol, který způsobí extrakci chlorofylu z listu. Odbarvený list důkladně propláchneme vodou a potřeme zředěným roztokem jodu v jodidu draselném, čímž dojde k modrému zbarvení osvětlené části listu. Jde o důkaz škrobu, který se provádí pomocí jodu. Obsahuje-li reakční směs škrob, po přidavku jodu zmodrá. V průběhu fotosyntézy dochází k vzniku škrobu, proto tedy roztok jodu zbarvil modře tu část listu (osvětlená část), která ještě obsahovala zeleň listovou.

Jako další možný experiment lze v tomto dílčím tématu využít úkol s názvem „Zjištění závislosti intenzity fotosyntézy na světle“ viz modul 3, úkol 5.2.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- identifikovat základní vlastnosti vlnění, včetně frekvence, amplitudy a vlnové délky;
- vyjádřit podmínky, za kterých je vlněním přenášena energie;
- ilustrovat jak je rychlost vlnění ovlivněna prostředím, ve kterém se šíří;
- charakterizovat děje při interakci vlnění s látkou;
- určit, za jakých podmínek může být objekt viděn lidským okem;
- popsat stavbu a funkce oka a ucha, porovnat vnímání světla a zvuku příslušnými receptory u člověka;
- graficky znázornit chod světelných paprsků při zobrazování zrcadlem, spojkou a rozptylkou;
- vysvětlit přírodní jevy: ozvěna, duha, barvy slunečního spektra, ozónová díra;
- vysvětlit využití ultrazvuku, rentgenového záření, záření gama a laseru v lékařství.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- najít příklady optických jevů v přírodě, správně je analyzovat a vysvětlit;
- pozorovat základní optické jevy a demonstrovat zákony pro ně platné pomocí optických přístrojů;
- využívat informační techniku k zápisu a grafickému znázornění;
- navrhnout pozorování k ověření vidění lidským okem;
- využít optické přístroje k dokumentaci pozorování přírodních jevů;
- navrhnout pokus k ověření slyšení lidským uchem;
- vytvářet závěry založené na experimentálních datech.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Prokázat zájem o přírodovědné otázky spojené s tématem.
- Konfrontovat s porozuměním své objasnění sledovaných zvukových a světelných jevů s pochopením ostatních členů týmu.

- Přijímat objasňování optických jevů ostatními spolužáky.
- Přesně zaznamenávat průběh pozorování a experimentu.
- Generovat a vyhodnocovat návrhy řešení a pozorování v týmové spolupráci.
- Uplatnit získané poznatky v běžném životě, v prevenci poškození zraku a sluchu.

7.6 Modul 6 - Elektrická energie a její transfer

- 1. Název tématu:** Magnetické a elektrické pole, elektrická energie.
- 2. Obsahové standardy:** Magnetické pole Země. Magnet. Statická elektřina. Elektrický náboj. Vodiče a izolanty. Blesk. Elektrický obvod. Uzavřený elektrický obvod. Proud a napětí. Zdroje napětí (akumulátor, suché články). Odpor. Ohmův zákon. Sériové a paralelní spojení. Elektrické obvody v domácnosti. Přerušovač, vypínač, pojistky. Magnetické pole elektrického proudu. Výkon elektrického proudu. Elektromagnetická indukce. Střídavý proud. Elektrická energie a její přeměna. Generátor. Elektromotor. Přenos elektrické energie. Transformátor.
- 3. Základní pojmy:** elektrické a magnetické pole, tyčový magnet, elektrický náboj, elektrický obvod, napětí, proud, odpor, Ohmův zákon, střídavý proud, výkon, watt, watthodina, elektromotor, generátor, transformátor.
- 4. Cílové standardy – žák dokáže**
 - popsat účinky statické elektřiny;
 - odlišit vodiče a izolátory;
 - vysvětlit podstatu blesku;
 - najít rozdíly mezi statickou elektřinou a elektrickým proudem;
 - využít Ohmův zákona pro výpočet velikosti proudu, napětí a odporu;
 - vyjádřit graficky závislost proudu v daném spotřebiči na napětí;
 - sestavit jednoduchý elektrický obvod;
 - vysvětlit funkci pojistek a vypínače v domácnosti;
 - sestavit jednoduchý zdroj napětí (jako článek).
 - popsat magnetické pole v okolí tyčového magnetu;
 - prokázat magnetické pole v okolí vodiče s proudem.

- vysvětlit a vypočítat výkon elektrického proudu;
- porovnat velikost příkonu u běžných elektrických spotřebičů;
- vypočítat cenu elektrické energie spotřebované při činnosti elektrického spotřebiče;
- popsat přenos elektrické energie;
- uvést příklady využití elektromotorů a transformátorů v domácnosti,
- vysvětlit zjednodušeně princip vytváření studeného světla některými živočichy.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Působení elektrického náboje.

Stručný popis: Cílem experimentu je pozorování a popis působení elektrického náboje. Několik malých kuliček z polystyrénu položíme na stůl. Připravíme si plexisklo, které položíme na umělohmotnou desku a krátce třeme vlněným hadříkem. Plexisklo poté uchopíme a jeden roh, zvedneme a přiblížíme shora k polystyrénovým kuličkám. Pokus provedeme znovu, ale dotkneme se prsty druhé ruky povrchu plexiskla.

Při přibližování plexiskla ke kuličkám dochází k přitahování kuliček. Působení se projevuje na dálku několika centimetrů. Dotykem a třením se povrchy desek zelektrovaly a vzniklý elektrický náboj na povrchu plexiskla přitahuje kuličky. Vlivem tření je povrch plexiskla elektricky nabit. Při dotyku druhé ruky plexiskla se kuličky nepřitahují, protože došlo k odvedení elektrického náboje z povrchu plexiskla.

5.2 Elektrická vodivost látek.

Stručný popis: Principem experimentu je sestavení jednoduchého elektrického obvodu s žárovkou a zkoumání elektrické vodivosti různých druhů látek zařazených do obvodu. V jedné části obvodu jsou umístěny vodivé držáky, do kterých lze upevňovat různé vzorky pevných látek, jejichž vodivost zkoumáme. Žáci sestaví tabulku, do které postupně zaznamenávají, zda žárovka svítila či nikoli. Zkoumané materiály pak rozdělí na vodiče a nevodiče.

V případě zkoumání vodivosti kapalin zařadíme do obvodu umělohmotnou nádobu, která je spojena vodiči s obvodem. Do nádoby vlijeme vodu a pozorujeme, zda dojde k rozsvícení žárovky. Do vody poté vsypeme kuchyňskou sůl a pokus opakujeme. Žáci takto rozhodnou, zda je zkoumaná kapalina elektrolytem, či nikoliv.

5.3 Světélkující živočichové (biluminiscence, chemiluminiscence).

Stručný popis: Cílem experimentu je zjištění principu vytváření studeného světla některými živočichy a identifikace orgánů vytvářejících toto světlo. K experimentu použijeme preparát světlušky, který v první fázi prohlédneme pouhým okem, či s využitím lupy, ze svrchní (hřbetní) a spodní (břišní) strany. Žáci s pomocí učitele schematicky zakreslí a označí umístění orgánu, který produkuje světlo. Učitel dále pomůže žákům rozlišit samečky a samičky. V informačních zdrojích žáci vyhledají a zjistí podstatu světélkování a připraví krátkou prezentaci pro spolužáky. Závěry, které žáci zpracují, by měly obsahovat shrnutí poznatků, schopnost rozlišení světlušek na samečky a samičky (svítí intenzivněji) a stručné vysvětlení podstaty světélkování.

Pro realizaci tohoto experimentu je třeba, aby si učitel připravil preparáty světlušky menší, která je u nás místy hojně rozšířena, takže nalovení přiměřeného počtu exemplářů a jejich konzervace by neměla činit větší problémy. Žáci by z informačních zdrojů měli zjistit, že samičky světélkují v půdě a nelétají, samečci létají a světélkování je pro ně informací k vyhledání samičky. Dalším zjištěním by měly být poznatky o podstatě bioluminiscence. Nejedná se o přeměnu elektrické energie na světelnou, ale o biochemický proces, při kterém je oxidován protein luciferin na oxyluciferin účinkem enzymu luciferázy za současného uvolnění studené světelné energie. Interpretace takto zjištěných poznatků bude zřejmě přiměřená věku žáků a požadavky učitele by tomu měly odpovídat.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- rozlišit statickou elektřinu a elektrický proud;
- identifikovat elektrické vodiče a izolanty;
- popsat elektrický obvod a vysvětlit vztah mezi odporem, napětím a proudem;
- změřit elektrické napětí, proud a odpor a vypočítat jednotlivé veličiny s využitím Ohmova zákona;
- charakterizovat magnetické pole a prokázat jeho existenci v určité oblasti, v okolí vodiče, kterým prochází proud a v okolí Země;
- pochopit rozdíl mezi stejnosměrným a střídavým proudem a porovnat stejnosměrný a střídavý proud a jejich zdroje;
- vypočítat příkon a práci elektrického proudu;

- porovnat jednotlivé spotřebiče na základě příkonu a účinnosti;
- popsat a vysvětlit princip bioluminiscence.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- Provádět jednoduché pokusy, které prokazují existenci elektrického a magnetického pole;
- Sestavit jednoduchý elektrický obvod;
- Sestavit jednoduchý zdroj napětí;
- Hospodárně využívat energii v běžném životě.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Pohlížet na výhody nových technologií nejen z pohledu okamžité potřeby ale z pohledu energetického a to nejen současného, nýbrž z pozice budoucích generací.
- Vytvořit si úctu k živé hmotě, životnímu prostředí a pozitivní vztah k šetření energiemi a aktivně se podílet.
- Samostatně zpracovávat a vyhodnocovat informace v projektech.

1. **Název tématu:** Elektronika a počítače

2. **Obsahové standardy:** Polovodiče. Chemie v kalkulatoru. Polovodičová dioda. Tranzistor. Integrované obvody. Rozhlas a televize. Komponenty PC. Mikroprocesory.

3. **Základní pojmy:** polovodič, dioda, tranzistor, integrovaný obvod, přenos rádiového signálu, modulátor, zesilovač, demodulátor, anténa, přenos televizního signálu, katodová trubice, obrazovka, PC, mikroprocesor, RAM, ROM, floppy disk, hard disk, CD-ROM.

4. **Cílové standardy – žák dokáže**

- popsat polovodičové součástky a jejich funkce;
- vysvětlit funkci usměrňovače;
- vysvětlit, jak jsou přenášeny rozhlasové a televizní pořady;
- vysvětlit funkci katodové trubice;
- identifikovat základní části PC;
- popsat funkci mikroprocesoru;
- najít rozdíly mezi RAM a ROM.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Sestavení základních částí PC.

Stručný popis: Žáci s pomocí učitele sestavují základní komponenty stolního počítače a popisují jejich funkci. Dále je možné srovnat výhody (nevýhody) stolního počítače vzhledem k notebooku či jiným zařízením tohoto typu (netbooky, ultrabooky, tablety atd.). Potřebné informační zdroje k dalším produktům mohou žáci hledat na internetu, případně diskutovat ve skupinách.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- vysvětlit funkce polovodičových prvků využívaných v elektronice;
- identifikovat a vysvětlit základní části PC;
- identifikovat souvislosti chemického složení základních součástí PC a jeho periferií s ekologickými podmínkami jejich recyklace.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- najít příklady prvků využívaných v elektronických součástkách včetně jejich jednoduchých důkazů a recyklačních souvislostí.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Samostatně zpracovávat a vyhodnocovat informace v projektech.
- Získávat informace experimentální činností.
- Získávat vědomosti a dovednosti z mimoškolních pramenů.
- Vytvořit si kladný vztah k ICT.

7.7 Modul 7 - Zdroje energie

1. Název tématu: Zdroje energie

2. Obsahové standardy: Radioaktivita. Radioaktivní prvky. Nuklidy. Stabilní a nestabilní nuklidy. Nukleonové číslo. Radioaktivní rozpad. Nukleární reakce. Štěpení jádra. Jaderná syntéza. Fosilní paliva. Ropa. Uhlí. Zemní plyn. Jaderná energie. Jaderný reaktor. Radioaktivita a potraviny. Radioaktivita a určování stáří objektů. Radioaktivita a domácnost. Využití isotopů, radioaktivity v lékařství. Tomograf. Ekonomika a energetické zdroje. Výroba energie a její vliv

na znečišťování přírody. Alternativní zdroje energie. Solární energie. Hydroelektrárny. Větrná energie. Geotermální energie. Energie přílivu a odlivu. Biomasa. Energetické vztahy v potravních řetězcích. Potrava jako zdroj energie.

3. Základní pojmy: radioaktivita, nuklidy, alfa a beta částice, gama paprsky, transmutace, poločas rozpadu, nukleární reakce, štěpná reakce, jaderná syntéza, jaderný reaktor, jaderný odpad, fotoelektrický článek, vodní energie, solární energie, geotermální energie.

4. Cílové standardy – žák dokáže

- diskutovat o objevu radioaktivity;
- porovnat vlastnosti stabilních a nestabilních nuklidů;
- rozlišit alfa, beta a gama záření;
- najít rozdíly mezi štěpnou reakcí a termonukleární reakcí;
- diskutovat termonukleární reakci na Slunci;
- analyzovat potřebu alternativních zdrojů energie;
- diskutovat způsoby získávání elektrické energie z několika zdrojů;
- uvést výhody a nevýhody alternativních zdrojů energie;
- diskutovat problémy spojené s ukládáním jaderného odpadu;
- diskutovat výhody a nevýhody jaderné elektrárny.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Demonstrace využití solární energie.

Stručný popis: Cílem demonstrace je pozorování jednoduchého principu využití energie Slunce a identifikace příslušných dějů, které vedou ke změně teploty použitého média (vody). K experimentu použijeme plastový pohár, který naplníme studenou vodou a zaznamenejme počáteční teplotu vody. Injekční stříkačku zcela naplníme studenou vodou z pohárku. Tmavou hadici omotáme kolem dvou stativových tyčí upevněných do stojanu. Horní konec hadice zastrčíme do baňky, spodní konec spojíme s injekční stříkačkou. Tlačíme na píst tak dlouho, až začne vytékat voda do baňky a dojde tedy k naplnění hadice. Tuto aparaturu umístíme asi na 10 minut na přímé sluneční světlo. Potom píst pomalu vsuneme úplně do stříkačky, abychom vytlačili vodu z hadice do baňky, a změříme teplotu vody v baňce. Obě teploty porovnáme. Žáci dále diskutují, zda došlo ke změně teploty vody v hadici a pokud ano, kde se vzala energie pro změnu teploty. Dále lze v diskusi identifikovat, které děje mohly vést ke změně teploty vody a proč by měla mít použitá

hadice tmavou barvu. Žáci na závěr úkolu navrhnou možnosti využití podobné aparatury v praxi.

5.2 Skleníkový efekt.

Stručný popis: Cílem experimentu je určení principu a popsání důsledku skleníkového efektu. Nafoukneme plastický sáček, do kterého vložíme teploměr a sáček kolem teploměru uzavřeme gumou (elastickým obinadlem). Do připravené tabulky zaznamenáme teplotu okolí. Tuto celou sestavu položíme asi na 1 hodinu na plochu osvětlenou Sluncem. Poté odečteme teplotu na teploměru. Sáček zůstává stále uzavřen. Sestavu dále přesuneme na stinné místo a opět po hodině odečteme teplotu na teploměru. Zvýšená produkce skleníkových plynů v důsledku činnosti člověka zvyšuje přirozený skleníkový efekt. Dochází tak k jevu nazývanému globální oteplování Země. Žáci v závěru úkolu diskutují a popisují důsledky skleníkového efektu pro životní prostředí.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- charakterizovat jaderné reakce;
- uvést rozdíly mezi štěpnou a termonukleární reakcí;
- vysvětlit princip získávání energie při spalování fosilních paliv;
- porozumět energetickým vztahům v potravních řetězcích a pyramidách.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- porovnat tradiční a alternativní zdroje energie;
- porovnat energetické zdroje v živé a neživé přírodě;
- rozhodnout, které zdroje energie jsou obnovitelné a které mohou být vyčerpány;
- ilustrovat pohyb energie v ekosystémech, zdůvodnit funkci potravy též jako zdroje energie, rozlišit organismy na producenty a konzumenty;
- hospodárně využívat energii v běžném životě.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Zaujmout osobní stanovisko k otázce využívání jaderné energie.
- Pohlížet komplexně na jaderné záření – přínos a riziko pro společnost.

- Vytvořit si úctu k živé hmotě, životnímu prostředí a pozitivní vztah k šetření energiemi a aktivně se na něm podílet.

7.8 Modul 8 - Vývoj v přírodě a vesmíru

- 1. Název tématu:** Genetika a biotechnologie
- 2. Obsahové standardy:** Nukleové kyseliny. Funkce DNA. Strukturální a molekulární stavba DNA a RNA. Změny DNA. DNA jako základ dědičnosti. Vznik života. Názory na vznik člověka. Vznik a vývoj organismů.
- 3. Základní pojmy:** nukleové kyseliny, dědičnost, vznik a vývoj živé hmoty, fylogeneze organismů, vznik a historický vývoj (fylogeneze) člověka, individuální vývoj (ontogeneze) člověka.
- 4. Cílové standardy – žák dokáže**
 - vysvětlit základní rozdíly mezi stavbou a funkcí molekul RNA a DNA;
 - charakterizovat pojmy gen, genotyp, chromozóm;
 - popsat nevědecké a vědecké názory na vznik a vývoj živé hmoty;
 - obhájit vědeckou teorii vzniku živé hmoty evoluční abiogenezí;
 - vysvětlit vědecky podstatu vzniku a vývoje člověka;
 - charakterizovat pojem mutace ve vztahu k přírodnímu výběru jako podstatě evoluce organismů;
 - vysvětlit podstatu genových manipulací.
- 5. Úkoly a experimenty:**

5.1 Fylogenetický vývoj člověka – hledání důkazů hominizace.

Stručný popis: Úkolem žáků je srovnání stavby kostry člověka a lidoopa a zjištění hlavních znaků, kterými se obě kostry liší. Žáci zaznamenávají svá zjištění do předem připravené tabulky, která porovnává oba typy koster. Žáci pracují s modelem kostry člověka, případně s obrazem kostry člověka, obrazem kostry lidoopa, či nakopírovanými pracovní listy s obrázky koster člověka a lidoopa. Má-li pedagog k dispozici pouze model kostry člověka a školní nástěnné obrazy, probíhá výuka frontálně. Využije-li navíc pracovní sešity, pracují žáci ve skupinách či dvojicích samostatně.

5.2 Fylogenetický vývoj člověka – hledání důkazů sapientace.

Stručný popis: Žáci srovnávají hlavní rozdíly na lebkách předchůdců člověka a lebkách současného lidoopa a člověka a zaznamenávají svá zjištění, stejně jako v předchozí úloze, do předem připravené tabulky, která porovnává typy lebek. Žáci pracují s modelem lebky předchůdců člověka, modelem nebo obrazem lebky člověka, modelem nebo obrazem lebky současného lidoopa, případně s nakopírovanými pracovními listy.

Sapientací se rozumí rozvoj duševní činnosti člověka, který lze charakterizovat artikulovanou řečí, myšlením, cílevědomou prací a „uměleckou“ činností (jeskynní malby). Vývoj těchto vlastností lze demonstrovat pomocí anatomické stavby mozkové části lebky a ruky. Proto je úkol zaměřen právě na srovnávání rozdílů na lebkách, především na stavbě a velikosti mozkovny.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- porovnat DNA a RNA z hlediska stavby a funkce;
- sumarizovat vztah mezi DNA, chromozomy a geny;
- vysvětlit funkci DNA z hlediska dědičnosti;
- charakterizovat pojem mutace ve vztahu k přírodnímu výběru jako podstatě evoluce organismů;
- odlišit individuální vývin (ontogenezi) od historického neboli kmenového vývoje (fylogeneze).

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- identifikovat problémy vztahující se k současně využívaným biotechnologiím;
- navrhnout postup řešení projektu;
- získávat data pro řešení projektu;
- uspořádat a vyhodnotit data získaná pro řešení projektu;
- samostatně zpracovat projekt s využitím ICT;
- prezentovat a vyhodnotit výsledky projektu s využitím ICT;
- sdílet své výsledky s ostatními a akceptovat návrhy ostatních.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Používat přírodovědných vědomostí a dovedností pro objasnění jevů v přírodě.

- Odhalit nevědecké názory a přístupy objasnění přírodovědných jevů a procesů.
- Oceňovat přínos přírodovědy pro svůj vlastní rozvoj.

1. Název tématu: Chemie a životní prostředí.

2. Obsahové standardy: Chemie a poškozování životního prostředí. Význam chemie při ochraně životního prostředí. Prvky nezbytné pro růst rostlin a život živočichů. Voda. Biologické a chemické indikátory kvality vody. Vzduch a čistota vzduchu. Chemie a společenský pokrok.

3. Základní pojmy: biogenní prvky, makroelementy, mikroelementy, bioindikátory

4. Cílové standardy – žák dokáže

- vyjmenovat nejdůležitější makroelementy a jejich funkce a příklady mikroelementů;
- uvést příklady významných bioindikátorů kvality životního prostředí;
- uvést příklady nových chemických výrobků, důležitých pro život člověka.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Vytvoření reálného modelu vzniku smogu (teplotní inverze).

Stručný popis: Žáci v rámci úkolu zjišťují, jaký je vzduch v okolí jejich bydliště, co je to smog a kdy může vzniknout a dle návodu vytvoří reálný model vzniku smogu.

Zapálenou cigaretu vložíme na dno skleněného válce a tento válec umístíme do široké kádinky s horkou vodou. Zakreslíme náčrtek celé aparatury včetně směru šíření a chování cigaretového dýmu. Změříme teplotu vzduchu v laboratoři, teplotu horké vody v široké kádince, teplotu vzduchu u dna válce a teplotu vzduchu v horní části válce a zapíšeme všechny hodnoty teploty na příslušná místa do náčrtku.

V druhé části pokusu umístíme válec s doutnajícím cigaretou do široké kádinky se směsí vody a ledu. Opět zakreslíme celý náčrtek včetně směru šíření a chování cigaretového dýmu a zapsání zmíněných hodnot teploty.

Žáci pomocí informačních zdrojů (internet a literatura) vyhledají informace o znečištění ovzduší a vzniku smogu, hledají rozdíly mezi smogem "londýnského" a "losangeleského" typu. Definují, čemu se říká teplotní inverze a jaký má vztah ke vzniku smogu, jaké jsou nejvyšší přípustné koncentrace znečišťujících látek v ovzduší (oxidu siřičitého, oxidů dusíku, prachových částic). Diskutují, kde je možné získat informace

o aktuálním stavu ovzduší v našem okolí. Žáci v závěru porovnávají nalezené informace s výsledky provedeného pokusu.

5.2 Zkoumání obsahu prachových částic v ovzduší.

Stručný popis: Cílem pokusu je zjištění obsahu prachových částic v bezprostředním okolí školy. K pokusu je třeba použít sklenici nebo kádinku, průhlednou lepicí pásku, milimetrový papír a lupu. Na vrchní část sklenice přilepíme potřebné množství izolepy lepicí stranou vzhůru a sklenici postavíme ven (např. za okno). Jednu pásku odlepíme za jeden nebo za dva dny a druhou minimálně za týden. Pásky přilepíme na milimetrový papír a pomocí lupy spočítáme (nebo alespoň přibližně porovnáme) počet viditelných prachových a jiných částic. Pokud je možné je spočítat, vyjádříme např. jejich počet na 1 cm².

Žáci v rámci úkolu hledají informace v médiích o prachu v ovzduší. Zjišťují a popisují, jak je možné se chránit ve velmi prašném prostředí či jak zabránit vzniku prachu. Diskutují typy profesí, při kterých se zaměstnanci nejvíce potýkají s prachem. Pokud je to možné, je dobré umístit sklenice s izolepou v různých místech (např. na různých stranách budovy školy – do ulice či do zahrady nebo dvora, na různých místech ve městě – v bydlech žáků apod.). Ze získaných a zpracovaných výsledků je možné sestavit "mapku znečištění" určitého prostoru a vysvětlit si společně zjištěné rozdíly.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- objasnit rozdíl mezi biologickými a chemickými indikátory kvality vody a ovzduší;
- charakterizovat prvky nezbytné pro růst rostlin a živočichů;
- charakterizovat význam chemie pro ochranu životního prostředí.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- identifikovat problémy vztahující se k současně využívaným biotechnologiím;
- navrhnout postup řešení projektu;
- získávat data pro řešení projektu;
- uspořádat a vyhodnotit data získaná pro řešení projektu;
- samostatně zpracovat projekt s využitím ICT;
- prezentovat a vyhodnotit výsledky projektu s využitím ICT;
- sdílet své výsledky s ostatními a akceptovat návrhy ostatních.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Používat přírodovědných vědomostí a dovedností pro objasnění jevů v přírodě.
- Oceňovat přínos přírodovědy pro svůj vlastní rozvoj.
- Mít pozitivní vztah k přírodovědě a zvažovat svou další profesní orientaci v oblastech přírodovědy a techniky.
- Uvědomovat si závislost člověka na přírodě.
- Respektovat limity vědeckého poznávání.
- Chápat, že přírodní jevy jsou poznatelné a jednotnost přírody.
- Ztotožňovat se se základními teoriemi přírodních věd.
- Umět propojovat získané poznatky a využít je pro řešení problémů.

1. Název tématu: Vesmír a jeho vývoj.

2. Obsahové standardy: Vývoj poznání vesmíru. Názory na vznik vesmíru. Galaxie. Sluneční soustava. Kosmický výzkum. Možnosti života ve vesmíru. Satelity a jejich význam. Význam moderních technologií pro výzkum vesmíru.

3. Základní pojmy: vesmír, galaxie, hvězda, planeta, sluneční soustava, kometa, meteorit.

4. Cílové standardy – žák dokáže

- charakterizovat kosmická tělesa;
- charakterizovat sluneční soustavu a planety;
- znát podmínky života pozemského typu;
- odůvodnit absenci života pozemského typu na jednotlivých planetách.

5. Úkoly a experimenty:

5.1 Vytvoření modelu Sluneční soustavy.

Žáci s pomocí učitele a s použitím vhodných materiálů vytváří model sluneční soustavy. Úkol je rovněž možné pojmout jako projekt se zapojením dalších škol v okolí, kdy žáci přepočítají vzhledem k rozměrům modelů planet i jejich vzájemné vzdálenosti a jednotlivé modely umístí do škol v okolí.

6. Výsledky a jejich hodnocení:

6.1 Kritéria pro požadované vědomosti žáka – žák umí

- porovnat planety a hvězdy;
- identifikovat charakteristiky sluneční soustavy a planet;

- porovnat názory na vznik a vývoj vesmíru;
- porovnat názory na vznik a vývoj živé hmoty včetně člověka.

6.2 Kritéria pro požadované dovednosti žáka – žák dovede

- identifikovat problémy vztahující se k současně využívaným biotechnologiím;
- navrhnout postup řešení projektu;
- získávat data pro řešení projektu;
- uspořádat a vyhodnotit data získaná pro řešení projektu;
- samostatně zpracovat projekt s využitím ICT;
- prezentovat a vyhodnotit výsledky projektu s využitím ICT;
- sdílet své výsledky s ostatními a akceptovat návrhy ostatních.

6.3 Kritéria pro hodnoty a postoje žáka:

- Používat přírodovědných vědomostí a dovedností pro objasnění jevů v přírodě.
- Oceňovat přínos přírodovědy pro svůj vlastní rozvoj.
- Mít pozitivní vztah k přírodovědě a zvažovat svou další profesní orientaci v oblastech přírodovědy a techniky.
- Uvědomovat si závislost člověka na přírodě.
- Respektovat limity vědeckého poznávání.
- Chápat, že přírodní jevy jsou poznatelné a jednotnost přírody.
- Ztotožňovat se se základními teoriemi přírodních věd.
- Chápat jednotu živé a neživé přírody a mít vytvořený vědecký obraz světa.

8 Závěr

V předkládané disertační práci jsme se zaměřili na inovativní přístupy a aplikace současných pedagogických teorií do oblasti přírodovědného vzdělávání s cílem podpořit zvýšení jak jeho kvality, tak jisté atraktivity vzhledem k žákům. Zavádění těchto inovativních přístupů musí respektovat individuální charakteristiky žáka, které vnímáme jako nástroje aktivního procesu učení konstruktivisticky pojaté výuky, které jsou potřebné k rekonstrukci obsahové struktury. Cílem předkládané disertační práce bylo zdůraznit význam a přínos zkoumání žákovských představ či prekonceptů, které pokládáme za možný zdroj učebních obtíží v poznávacích procesech žáka a které rovněž hrají významnou roli při vytváření příslušných kompetencí vymezených v Rámcových vzdělávacích programech. Jako klíčová se těchto souvislostech ukázala realizace výzkumu prekonceptů žáků základních škol v ČR, který byl zaměřen na vědomostní dimenzi prekonceptů. Tato dimenze je charakterizovaná svým obsahem a diagnostikovatelná didaktickými testy, což byla metoda výzkumu zvolená i v našem případě. Pojmy, které byly obsahem testování, jsme zvolili tak, aby byly současně obsahem klíčových kompetencí daných přírodovědných předmětů. Žáci se s nimi rovněž mají možnost setkat v běžném životě. Výsledky výzkumu potvrdily, že vybrané pojmy se jeví jako problémové, což se ukazuje často i v rámci školní praxe. Dále byly zjištěny genderové a demografické rozdíly v odpovědích žáků, které jsou signálem genderové zatíženosti a vlivu regionálních rozdílů na pedagogickou realitu. Každý učitel by měl být schopen diagnostikovat a respektovat tyto odlišnosti mezi žáky, vyvarovat se genderovým stereotypům a identifikovat příčiny regionálních rozdílů. Jako podstatné pro školní praxi a pro konkrétní práci učitele vnímáme zaměření se na snížení závislosti výsledků žáků na jejich socioekonomickém zázemí. Výsledky výzkumu také poukazují na fakt, že identifikované chybné představy zůstávají u mnohých studentů zakotveny i po komplexním absolvování výuky na základní a střední škole. To potvrzuje značnou rigiditu a odolnost prekonceptů vůči případným změnám, které jsou snahou učitele v procesu výuky. Příčiny lze najít zejména v nedostatečné sensitivitě pedagogů na to, jak o probíraném učivu přemýšlejí a uvažují žáci. Tyto důvody byly podnětem pro návrh didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů, jehož podstatou je propojení obsahově blízkých vzdělávacích oblastí v jeden celek a vytvoření modulárního přístupu v integrované výuce přírodovědných předmětů. Současně bylo zohledněno fyzikální, chemické i biologické hledisko při zařazování vybraných přírodovědných pojmů do tohoto systému. Každý

modul vymezuje obsahové i cílové standardy, reprezentované vědomostmi a dovednostmi, které má žák po ukončení modulu umět. Obsah každého modulu má spíše orientační charakter. Komponenty obsahových standardů mohou být ve školních vzdělávacích programech popsány různým způsobem. Výběr konkrétních témat, jejich řazení a koordinace jsou záležitostmi tvůrců školního vzdělávacího programu, tedy zejména učitelů. Smyslem takto zkonstruovaných modulů je zaměření se na vzdělávací potřeby žáků, propojení vhodných integrujících témat a posílení nadpředmětového přístupu k přírodovědnému vzdělávání. V tomto duchu bylo vytvořeno 8 vzdělávacích modulů:

- 1) Příroda a poznávání
- 2) Energie a pohyb
- 3) Energie a látka
- 4) Interakce látek
- 5) Vlnění, světlo a zvuk
- 6) Elektrická energie a její transfer
- 7) Zdroje energie
- 8) Vývoj v přírodě a vesmíru

Tyto moduly pokládáme za základní a jsou pouze návrhem, ze kterého může pedagog při formulování školního vzdělávacího programu vycházet. Tento systém je možné podle konkrétních potřeb učitele a školy doplňovat o další moduly, které mohou mít i paralelní charakter. Považovali jsme za vhodné doplnit každý modul o konkrétní návrh na úkoly a experimenty se zaměřením na témata, které jsou svou podstatou žákům velmi blízká, bezprostředně se jich dotýkají a mají celospolečenský význam. Tato témata lze nalézt například v oblasti environmentální výchovy s řadou aspektů z oblasti fyziky, chemie i biologie. Z hlediska obsahu vzdělávání patří rovněž mezi náměty, které integrují poznatky z různých oborů lidské činnosti. Poznatky získané vhodně volenými praktickými úkoly a žákovskými experimenty jsou velmi efektivně začleňovány do již existujících kognitivních schémat žáka a stávají se tak součástí jeho vnitřního světa. V souladu s nadpředmětovým přístupem je pak možné hovořit o velmi účinných nástrojích didaktické rekonstrukce. Takto pojatá přírodovědná výuka dle našeho názoru respektuje celosvětový trend rozvíjet především kompetence žáků a schopnost řešit problémy na úkor faktografických poznatků. Naší snahou bylo v konstruovaných modulech zohlednit zejména témata, která mají interdisciplinární charakter a tvoří vazby mezi přírodovědnými disciplínami a současně akceptují individuální představy žáků, které se jeví jako nejvíce

problematické z výsledků výzkumu. Jako příklad uveďme pojmy energie, teplo a teplota, které byly obsahem šetření a jsou problémové i v rámci školní praxe. Tyto pojmy jsme zařadili do modulu 2 - Energie a pohyb, v rámci integrovaného tématu Energie a teplo, organismus a energie. Považovali jsme za vhodné zohlednit vazby na fyziku, biologii i chemii, prostřednictvím multidisciplinárního přístupu s důrazem na experimenty z různých přírodovědných oblastí (zkoumání tepelné vodivosti různých materiálů, uvolňování energie rostlinami a houbami, jednoduchá exotermická a endotermická reakce). V závěru tématu byl navržen projekt, v jehož průběhu žáci studují vybraný druh sportu z fyzikálního hlediska (pohybu, síly, rychlosti, práce, přenosu tepla, tepelné izolace) a chemicko-biologického hlediska (spotřeba energie, pitný režim, ochlazování a oteplování organismu). Tato tematika je dále prohlubována a rozšiřována v rámci modulu 3 - Energie a látka zabývající se stavbou látek, skupenskými přeměnami a aplikací získaných poznatků na jevy v přírodě. Pojmy živá, neživá přírodnina a hustota, které uvádíme z výsledků výzkumu jako problémové, jsou diskutovány v modulu 1 - Příroda a poznávání, který je zaměřen zejména na praktické metody zkoumání živé a neživé přírody, veličiny a jejich měření (určení základních vlastností živých a neživých přírodnin, určení hustoty a objemu – pevných látek pravidelného i nepravidelného tvaru a kapalin, objemové měření vitální kapacity lidských plic, měření obsahu vody v rostlinách). Dále jsme zařadili interdisciplinární pojem energie do samostatného modulu 7, který se zabývá zejména zdroji energie. Prostřednictvím praktických experimentů mohou žáci demonstrovat princip a využití solární energie, podstatu skleníkového efektu a jeho dopad na životní prostředí, atd. Cílem práce učitele, který pracuje s takto pojatými moduly, by měla být maximální podpora interdisciplinárního myšlení žáků, které umožní žákům pochopit význam vzdělávacího obsahu a přínos přírodovědného vzdělávání, zejména je-li zřejmá vazba na každodenní realitu. Tyto přístupy považujeme za možnou efektivní cestu ke změně a vývoji dětských pojetí určitých fenoménů. Důvodem je zejména vyšší motivace žáka a související celková efektivita vzdělávacího procesu. Školní přírodovědné vzdělávání tak může být pro žáka přitažlivější a bližší běžnému životu. Rovněž se domníváme, že tyto přístupy omezí koexistenci paralelních pojetí přírodních jevů, která výrazně znesnadňuje zastrukturování pojmů v kognitivní mapě žáka a působí tak kontraproduktivně vzhledem k efektivitě vyučovacího procesu.

V souladu s Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání rovněž podporujeme strategii, která spočívá ve spolupráci učitelů přírodovědných předmětů

v rámci multidisciplinárních týmů, které by se podílely na realizaci vzdělávacího obsahu prostřednictvím průřezových témat podle vzdělávacích oblastí a napříč nimi. Při realizaci této strategie je možné vycházet z modulárního přístupu, který nabízí předložená práce. Tento modulární přístup v přírodovědném vzdělávání by měl žákovi poskytnout kreativní potenciál umožňující efektivní konstrukci nových poznatků s využitím vlastních prekonceptů jako nástrojů této konstrukce, v níž žák vystupuje jako aktivní spoluvůrce.

V souvislosti s politikou zavedenou v Rámcových vzdělávacích programech dochází v současnosti i k jisté změně pohledu na oblast přírodovědného vzdělávání. Ve dříve pojatém přírodovědném vzdělávání byl kladen značný důraz na behaviorální dovednosti (např. ovládání měřicích přístrojů) a kognitivní dovednosti nižší úrovně (např. aplikace vzorce). V současnosti se akcentují zejména kognitivní dovednosti vyššího řádu, mezi které lze zařadit např. řešení problémů, aplikace přírodovědných znalostí, tvorba pojmového aparátu či zkoumání příčin přírodních procesů, jejich souvislostí a vzájemných vztahů. Tento trend je v souladu se zdůrazněním role přírodovědné gramotnosti, která se stává nepostradatelnou pro každého jedince a která podněcuje vztah přírodních věd a společenských problémů. Přírodovědné vzdělávání je tak chápáno v podstatně širším sociálním kontextu. Kurikulum přírodních věd mnoha edukačně vyspělých zemí se v souladu s tímto požadavkem stále více stává předmětem zájmů a výzkumů. Tvorba a zavádění rámcových a školních vzdělávacích programů do praxe aktualizuje urgentnost dalších problémů, mezi které patří zejména selekce klíčových přírodovědných pojmů a vzdělávacího obsahu, či interdisciplinarita a integrace přírodovědných předmětů. Předpokladem je, že učitelé budou podporovat začlenění často izolovaných znalostí žáků do strukturovaných učebních celků propojených vzájemnými relacemi a souvislostmi. Tradiční kurikulum je takto nahrazováno integrovaným kurikulem v rámci vzdělávacích oblastí „Člověk a příroda, Člověk a technika“ atd. Tyto tendence jsou důsledkem postupující globalizace světa, v rámci níž dochází k poklesu významu dílčích vědeckých poznatků a současně vzrůstá potřeba orientace v informacích z komplexního hlediska. Školám je tak poskytnut prostor a autonomie pro zohlednění lokálních podmínek a učitelům je svěřena značná odpovědnost za co možná nejlépe vyhovující tvorbu kurikula, které reflektuje specifika konkrétní školy. Ne vždy je tato transformace rámcových vzdělávacích programů do jejich školní úrovně bez komplikací, zejména z důvodu, že učitelé nejsou pro akceptaci této autonomie dostatečně získáni. Předložená disertační práce by měla být impulsem pro pedagogy k větší reflexi své výuky, která povede

k efektivnější a smysluplnější práci v hodinách přírodovědných předmětů s uplatněním interdisciplinárního či modulárního přístupu. Jedním z možných řešení současného pojetí přírodovědné výuky je dle našeho názoru právě zavádění nových didaktických modelů a současná změna nefunkčních trendů ve vyučovacím procesu.

Hlavní přínos disertační práce lze shrnout do následujících několika bodů:

- znalost prekonceptů hraje nezastupitelnou roli při vytváření příslušných kompetencí vymezených v Rámcových vzdělávacích programech,
- znalost úrovně a způsob vytváření pojmů v reálné školní praxi na daném stupni základní školy umožňuje vytvořit ucelený systém přírodovědného vzdělávání na patřičné vědecké úrovni,
- pokud budou učitelé schopni odhalit nejzávažnější miskoncepty, budou moci diferencovaně přistupovat k vytváření vzdělávacích modulů v oblasti přírodních věd, které respektují interdisciplinární pojetí a vytváří vazby mezi přírodovědnými předměty,
- toto vytvořené interdisciplinární pojetí je cestou k dosažení vysoké úrovně přírodovědné gramotnosti žáků a pochopení role přírodních věd prostřednictvím konkretizace navrženého didaktického systému integrované výuky do školní praxe.

Tato disertační práce může být základem pro kurikulární tvorbu v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. Může být východiskem pro vytvoření integrované přírodovědy ve školním vzdělávacím programu, reflektovat požadavky učitelů v praxi a usnadnit tvorbu školních kurikulárních materiálů.

Disertační práce by se rovněž mohla stát východiskem pro další výzkumy zaměřené jak na šetření prekonceptů na vyšších stupních škol, tak i na samotnou práci učitelů v oblasti integrovaných přírodovědných předmětů. Je zřejmé, že se jedná o dlouhodobý proces, jehož hlavní aktéři jsou sami pedagogové.

Seznam použitých pramenů

BACKETT – MILBURN, K., MCKIE, L. A Critical Appraisal of the Draw and Write Technique. *Health Education Research*, 1999, 14, s. 387 – 398. ISSN 0268-1153.

BAČOVÁ, V. Súčasný smery v psychológii: hľadanie alternatív pozitivizmu. 2. preprac. a dopl. vyd. (vo VEDE 1.). Bratislava: VEDA, vydavateľstvo Slovenskej akadémie ved, 2009, 284 s. ISBN 978-80-224-1068-7.

BENTLEY, M., EBERT, E., EBERT, Ch. Teaching constructivist science, K-8: nurturing natural investigators in the standards-based classroom. Thousand Oaks, CA: Corwin Press, 2007, 229 s. ISBN 14-129-2576-2.

BERGER, P., LUCKMANN, T. The social construction of reality: a treatise in the sociology of knowledge. New York: Anchor Books, 1967, 219 s. ISBN 03-850-5898-5.

BERTRAND, Y. Soudobé vzdělávací teorie. Praha: Portál, 1998. ISBN 80-7178-216-5.

BÍLEK, M., JEŘÁBEK, O. Teorie a praxe tvorby didaktických testů, UP Olomouc, 2010, ISBN 978-80-244-2494-1.

BÍLEK, M., OUHRABKA, M., RYCHTERA, J., TULKA, J., LUTZ, B. K integraci v přírodovědném vzdělávání: O vyučování přírodovědným poznatkům v jediném školním předmětu. Vyd. 1. Hradec Králové: Gaudeamus, 2001. ISBN 80-7041-400-6.

BIRK, J. P., KURTZ, M. J. Effect of Experience on Retention and Elimination of Misconceptions about Molecular Structure and Bonding. *J. Chem. Educ.* 1999, 76, s. 124-128. ISSN 0021-9584.

BLOOM, B. S. Taxonomy of Educational Objectives. 1956. Published by Allyn and Bacon, Boston, MA. Copyright (c) 1984 by Pearson Education. ISBN 05-822-8010-9.

BOGHOSSIAN, P. Fear of knowledge: against relativism and constructivism. Oxford: Clarendon, 2007, 148 s. ISBN 978-019-9230-419.

BROCKMEYEROVÁ – FENCLOVÁ, J., KOTÁSEK, J. Oprávněnost přírodovědné komponenty vzdělání v současném světě. In *Didaktika fyziky po čtyřiceti letech*. Plzeň: Západočeská univerzita 1997, s. 3 –11. ISBN 80-7043-215-2.

BYČKOVSKÝ, P., KOTÁSEK, J. Nová teorie klasifikování cílů ve vzdělávání: revize Bloomovy taxonomie. *Pedagogika*, 2004, roč. 54, č. 3, s. 227–242. ISSN 0031-3815.

CARAMAZA, A., McCLOSKEY, M., GREEN, B. (1981). Naive beliefs in 'sophisticated' subjects: Misconceptions about trajectories of objects, *Cognition*, 1981, s. 117-123. ISSN 0278-2626.

CERCEL, L. Übersetzung und Hermeneutik: Traduction et herméneutique. Bucharest: Zeta Books, 2009, 357 s. Translation studies. ISBN 978-973-1997-063.

CLEMENT, J. Students' preconceptions in introductory mechanics. *American Journal of Physics: American Association of Physics Teachers*. Melville: American Institute of Physics, 1982, 50(1), s. 66-71. ISSN 0002-9505.

CLEMENT, J. Observed Methods for Generating Analogies in Scientific Problem Solving. *Cognitive Science*. 1994, 12(4), 563-586. DOI: 10.1207/s15516709cog1204_3. Dostupné z: http://doi.wiley.com/10.1207/s15516709cog1204_3. ISSN 0364-0213.

CLEMENT, J. Using bridging analogies and anchoring intuitions to deal with students' preconceptions in physics. *Journal of Research in Science Teaching*. 30(10), s. 1241-1257. DOI: 10.1002/tea.3660301007. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/tea.3660301007>. ISSN 0022-4308.

CLEMENT, J., BROWN, D., ZEITSMAN, A. *Instructional Science*. *International Journal of Science Education*. 1989, 11, s. 554-565. ISSN 0950-0693.

COBERN, W. W. Contextual Constructivism: The Impact of Culture on the Learning and Teaching of Science. In: TOBIN, K. (ed.): *The Practice of Constructivism in Science Education*, Hillsdale – New Jersey : Lawrence Erlbaum Associates, 1994, s. 51 – 70. ISBN 08-058-1878-2.

CRAIK, F., LOCKHART, R. Levels of processing: A framework for memory research. In *Journal of Verbal Learning and Verbal Behavior*. 1972, 11(6), s. 671-684. DOI: 10.1016/S0022-5371(72)80001-X. ISSN 0022-5371.

ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 2001. ISBN 80-7178-463-X.

DE LUCCHI, L., MALONE, L., LONG, K. Full Option Science System [online]. 2000 [cit. 2011-10-08]. Dostupné z: <http://www.lhsfoss.org/fossweb/email/aboutFOSS.html>.

DONOVAN, S., BRANSFORD, J. *How students learn: mathematics in the classroom*. Washington, D.C.: National Academies Press, 2005, 615 s. ISBN 03-090-8950-6.

DOULÍK, P. *Dětská pojetí vybraných fenoménů z oblasti přírodovědného vzdělávání na základní škole*. Dizertační práce. Trnava: PdF TU, 2004.

DREYFUS, A., JUNGWIRTH, E., ELIOVITCH, R. Applying the “cognitive conflict” strategy for conceptual change – some implications, difficulties, and problems. *Science education*. 1990, 74(5), s. 555– 569. ISSN 0036–8326.

DRIVER, R., SQUIRES, A., RUSHWORTH, P., ROBINSON, V.W. *Making Sense of Secondary Science*. 3. vydání. London: Routledge, 2003. 210 s. ISBN 0-415-09765-7.

DVOŘÁK, L. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?: příručka pro učitele*. 1. vyd. Praha: Matfyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9.

DYKSTRA, D. I., BOYLE, C. F, MONARCH, I. A. Studying conceptual change in learning physics, *Science Education*, 1992, 76(6), s. 615-652. ISSN 0036–8326.

ERICKSON, G., MILLAR, R., LEACH, J., OSBORNE, J. Research programmes and the student science learning literature. In *Improving science education: the contribution of research*. Philadelphia: Open University Press, 2001. ISBN 0-335-20645-X.

FENCLOVÁ, J. Integrace přírodovědného vzdělání. *Matematika a fyzika ve škole 1979*, roč. 9., s. 598 - 603. ISSN 0323-1690.

FRÝZKOVÁ, M. Problematika integrace učiva ve vzdělávací oblasti člověk a příroda. In: *Pedagogický výzkum, reflexe společenských potřeb a čekávání*, sborník z XIII. konference ČAPV pořádané katedrou pedagogiky s celoškolskou působností Pedagogické fakulty UP Olomouc a Českou asociací pedagogického výzkumu, 2005, s. 71 - 75, ISBN 80-244-1079-6.

GAVORA, P. Žiak kreslí Európu: interpretácia sveta dieťaťom a výchova. *Pedagogická revue*, 1992, č. 3, s. 196-207. ISSN 1335-1982.

GILBERT, J. K., WATTS, D. M. Concepts, misconceptions and alternative conceptions: Changing perspectives in science education. *Studies in Science Education*, 1983, s. 61-98. ISSN 0950-0639.

GIORDAN, A. *Une didactique pour les sciences expérimentales*. Paris: Belin, 1999. ISBN 27-011-2538-3.

GLASERSFELD, E. *Radikaler Konstruktivismus: Ideen, Ergebnisse, Probleme*. 1. Aufl. Překlad Wolfram Karl Köck. Frankfurt am Main: Suhrkamp, 1997, 375 s. ISBN 35-182-8926-8.

GUNSTONE, R. F., WHITE, R. T. Understanding of Gravity. *Science Education*, 1981, s. 291 - 299. ISSN 0036-8326.

GRACOVÁ, B. Výzkumy historického vědomí studující mládeže a školní dějepis. In JANÍK, T., MUŽÍK, V., ŠIMONÍK, O. *Oborové didaktiky v pregraduálním učitelském studiu [CD-ROM]*. Brno: MU, 2004. ISBN 80-210-3474-2.

HAMMER, D. Student resources for learning introductory physics. *American Journal of Physics: American Association of Physics Teachers*. Melville: American Institute of Physics, 2000, 68(1), s. 52-59. ISSN 0002-9505.

HARRISON, A.G., GRAYSON, D. J., TREAGUST, D. F. Investigation a grade 11 student's evolving coceptions of heat and temperature. *Journal of Research in Science Teaching*, 1999, 36, s. 55-87. ISSN 0022-4308.

HELD, L., PUPALA, B. *Psychogenéza žiakovho poznania vo vyučovaní*. Bratislava PdF UK, 1995. ISBN 80-967362-7-2.

HEWSON, P.W. A conceptual change approach to learning science. *European journal of science education*. 1981, 3(4), s. 383-396. ISSN 0140-5284.

- HÖFER, G., PROKŠOVÁ J. Prvotní fyzikální představy žáků, neboli, Jaké představy si žáci přinášejí do výuky fyziky: studie výsledků výzkumu západoevropských didaktiků fyziky. 1. vyd. Plzeň: Pedagogické centrum Plzeň, 2003, 54 s. ISBN 80-702-0131-2.
- HOLUBOVÁ, R., KAINZOVÁ, V. Závěrečná zpráva o výzkumu vybraných prekonceptů z oblasti přírodovědného vzdělávání: konstruktivismus v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání. 1. vyd. Editor Danuše Nezvalová. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 91 s. ISBN 978-802-4416-861.
- HRBÁČKOVÁ, K. Aspekty konstruktivismu ve vzdělávání, Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání - Úvodní studie, UP Olomouc, 2006. ISBN 80-244-1258-6.
- HUDECOVÁ, D. Revize Bloomovy taxonomie edukačních cílů. Pedagogika, 2004, 54(3), s. 274–283. ISSN 0031-3815.
- CHAMPAGNE, A., KLOPFER, L., ANDERSON, J. Factors influencing the learning of classical mechanics, American Journal of Physics, 1980, s. 1074. ISSN 0002-9505.
- CHRÁSKA, M. Didaktické testy: Příručka pro učitele a studenty učitelství. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.
- JIRÁNEK, F. Pedagogická psychologie. 1. vyd. Pardubice: Univerzita Pardubice, 1997, 164 s. ISBN 80-719-4081-X.
- KAINZOVÁ, V. Vývoj českých učebnic fyziky pro střední školy ve 20. století. Diplomová práce. Olomouc: Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého, 2004.
- KARPLUS, R. Science Curriculum Improvement Study [online]. 1975 [cit. 2011-02-08]. Dostupné z: <http://www.delta-education.com/scisgallery.aspx?collection=N&menuID=11>.
- KELLY, G. The psychology of personal constructs. New York: Routledge in association with the Centre for Personal Construct Psychology, 1955. ISBN 04150379802.
- KRYKORKOVÁ, H. Kognitivní svébytnost, teoretická východiska a okolnosti jejího rozvíjení. Pedagogika 2008, LVIII(2), s. 140 – 155. ISSN 0031-3815.
- KUNDEROVÁ, P. Základy pravděpodobnosti a matematické statistiky. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého, 2004, 186 s. Skripta (Univerzita Palackého). ISBN 80-244-0813-9.
- MAŇÁK, J. Alternativní metody a postupy. 1. vyd. Brno: MU, 1997. 90 s. ISBN 80-210-1549-7.
- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. Výukové metody. Brno: Paido, 2003. 219 s. ISBN 80-7315-039-5.
- MAŇÁK, J., JANÍK, T. Bulletin Centra pedagogického výzkumu PdF MU v Brně. Brno: Centrum pedagogického výzkumu PdF MU v Brně, 2007, 131 s. Materiály CPV. ISBN 978-80-210-4237-7.

MANDÍKOVÁ, D. Výuka Newtonových zákonů I - intuitivní představy žáků. Metodický portál: Články [online]. 2005, [cit. 2011-12-11]. Dostupný z WWW: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/212/VYUKA-NEWTONOVYCH-ZAKONU-I---INTUITIVNI-PREDSTAVY-ZAKU.html>. ISSN 1802-4785.

MANDÍKOVÁ, D. Intuitivní představy ve fyzice. Matematika, fyzika, informatika: časopis pro výuku na základních a středních školách. 1993, č.2., ISSN 1210-1761.

MANDÍKOVÁ, D., KOLÁŘOVÁ, R. Výuka Newtonových zákonů II - výklad. Metodický portál: Články [online]. 2005a, [cit. 2011-12-11]. Dostupný z WWW: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/z/213/VYUKA-NEWTONOVYCH-ZAKONU-II---VYKLAD.html>. ISSN 1802-4785.

MAREŠ, J., OUHRABKA, M. Žákovo pojetí učiva. Pedagogika, 1992, vol. XLII, č. 1, s. 83-93, ISSN 3330-3815.

MATYÁŠ, M. Současný stav výzkumu v integrovaném vyučování. In: Současný stav a perspektivy vývoje vědecké práce v didaktice fyziky. Olomouc: UP 1974, s. 56-66.

MCDERMOTT, L.C. What we teach and what is learned: Closing the gap. American Journal of Physics: American Association of Physics Teachers. Melville: American Institute of Physics, 1991, 59(10), s. 301-315. ISSN 0002-9505.

MINSTRELL, J. A. Teaching science for understanding [online]. In L. Resnick & L. Klopfer (Eds.) Toward the Thinking Curriculum: Current Cognitive Research. Alexandria: VA: Association for Supervision and Curriculum Development. 1989 [cit. 2011-12-08]. Dostupný z: http://modeling.asu.edu/modeling/support/Mod_Instr-effective.doc.

Národní program rozvoje vzdělávání v České republice: Bílá kniha. 1. vyd. Praha: Ústav pro informace ve vzdělávání, 2001, 98 s. ISBN 80-211-0372-8.

NEZVALOVÁ, D., BÍLEK, M., KAŠPÁRKOVÁ, S., ŠVEC, V., LEPIL, O., HRBÁČKOVÁ, K. Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání - Úvodní studie. 1. vyd. Editor Danuše Nezvalová. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, 115 s. ISBN 80-244-1258-6.

NEZVALOVÁ, D. Pedagogická praxe v počáteční přípravě učitelů přírodovědných předmětů a matematiky. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 68 s. ISBN 978-802-4416-922.

NEZVALOVÁ, D. Projekt didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (biologie, fyzika, chemie). 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2007, 115 s. ISBN 978-802-4417-912.

NEZVALOVÁ, D. Reflexe v pregraduální přípravě učitele. 1. vyd. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2000, 72 s. ISBN 80-244-0208-4.

NEZVALOVÁ, D. Projekt didaktického systému integrované výuky přírodovědných předmětů (biologie, fyzika, chemie), UP Olomouc, 2007. ISBN 978-80-244-1791-2.

- NODZYŃSKA, M. K pravidlům vyučování chemie na základě Piagetovy konstruktivistické teorie. In: BÍLEK, M. (ed.): Aktuální otázky výuky chemie XII., Hradec Králové: Gaudeamus, 2002, s. 85 – 86. ISBN 80-7041-511-8.
- NOVOTNÝ, P., KOVALČÍKOVÁ, I. Klima školní třídy vytvářející u žáků předpoklady pro celoživotní učení: Škola - entita celoživotného vzdelávania. Prešov: Filozofická fakulta Prešovskej univerzity, 2002, s. 124-131. ISBN 80-8068-141-4.
- NYHOLM, R. S. Nuffield Science Teaching Projects. London, 1967. ISBN 0-582-04631-X.
- OLENICK, R. P. Comprehensive Conceptual Curriculum for Physics (C3P) Project [online]. 2008 [cit. 2012-01-29]. Dostupné z: <http://phys.udallas.edu/C3P/Preconceptions.pdf>
- OSUSKÁ, L., PUPALA, B. „To je jako zázrak přírody“: fotosyntéza v žiakovom poňatí. Pedagogika, 1996, č. 3, s. 214-223. ISSN 0031-3818.
- PEIRCE, Ch. S. Sémiotika. 2. přeprac. vyd. Editor Bohumil Palek. Praha: Univerzita Karlova, 1997, 335 s. ISBN 80-718-4356-3.
- PFUNDT, H., DUIT, R. Bibliography. Students' alternative frameworks and science education. [online]. Kiel, Germany: Institute for Science Education at the University of Kiel, 1991 [cit. 2011-11-29]. Dostupné z: http://www.eric.ed.gov/ERICWebPortal/search/detailmini.jsp?_nfpb=true&_ERICExtSearch_SearchValue_0=ED342643&ERICExtSearch_SearchType_0=no&accno=ED342643
- PIAGET, J. Psychologie inteligence. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-309-9.
- PIAGET, J., INHELDEROVÁ, B. Psychologie dítěte. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-608-X.
- PODROUŽEK, L. Člověk a příroda, Jak využívat integrované učební texty ve výuce, 1. vydání, Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-7238-456-2.
- POSNER, G. J., GERTZOG, W. A. The clinical interview and the measurement of conceptual change. Science Education. 1982, 66(2), 195-209. DOI: 10.1002/sce.3730660206. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/sce.3730660206>. ISSN 0036-8326.
- PREISS, M., KŘIVOHLAVÝ, J. Trénování paměti a poznávacích schopností. Vyd. 1. Praha: Grada, 2009, 205 s. Psychologie pro každého. ISBN 978-802-4727-387.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. Pedagogický slovník. 4. vyd. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
- PUPALA, B., MAŠKOVÁ, M. Slovensko na mapách dětí: detská naivná kartografia. Pedagogika, 1997, č. 4, s. 317-328. ISSN 0031-3818.

RAKUŠAN, Z. Pokus o vytvoření uceleného modelu konstruktivistické výuky fyziky na ZŠ. In *Moderní vyučování: časopis pro nové programy v českém základním školství*. 2004, 10(7), s. 9-11. ISSN 1211-6858.

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. [online]. Praha: Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. 126 s. [cit. 2011-10-23]. Dostupné z WWW:<http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf>.

SCOBORIA, A., MAZZONI, G., KIRSCH, I., JIMENEZ, S. The effects of prevalence and script information on plausibility, belief, and memory of autobiographical events. In *Applied cognitive psychology*. 2006, 20(8), p. 1049-1064. DOI: 10.1002/acp.1240. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/acp.1240>

SCOTT, P. H., ASOKO, H. M., DRIVER, R. H. Teaching for conceptual change: a review of strategies. *Advances in health sciences education: theory and practice*. 1998, s. 310 - 329. ISSN 1382 - 4996.

SCHNEIDER, I., OHADI, M. M. Unraveling students' misconceptions about the Earth's shape and gravity. *Science Education*, 1998, 82(2), s. 265–284. ISSN 0036–8326.

SJØBERG, S. (2009). Young people and science. Attitudes, values and priorities. Evidence from the ROSE project. [online]. Dostupné na WWW: <<http://www.ils.uio.no/english/rose/network/countries/norway/eng/nor-sjoberg-eu2005.pdf>>[cit. 2011-11-08].

SLAVÍK, J. Pojem koncept v autonomním pojetí výchovy. *Pedagogika*, 1995, 45(4), s. 328 - 338. ISSN 3330-3815.

SMITH, J. P., DISESSA, A. A., ROSCHELLE, J. Misconceptions Reconciled: A Constructivist Analysis of Knowledge in Transition. *The journal of the learning sciences*. 1993, 3(2), s. 115-163. ISSN 1050-8406.

SOLOMON, J. The Rise and Fall of Constructivism. *Studies in Science Education*, 23(1), 1994, s. 1-19. ISSN 0950-0639.

ŠEBKOVÁ, A., VYSKOČILOVÁ, E. Chápání vztahů u dětí mladšího školního věku. *Pedagogika*, 1997, s. 13-17. ISSN 0031-3818.

ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Ústí nad Labem, Univerzita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2005. ISBN 80-7044-696-X.

ŠKODA, J. *Současné trendy v přírodovědném vzdělávání*. Vyd. 1. Ústí nad Labem: Univerzita J.E. Purkyně v Ústí nad Labem, 2005, 211 s. Acta Universitatis Purkynianae. ISBN 80-704-4696-X.

ŠMAJSTRLA, V., OTIPKA, P. Pravděpodobnost a statistika [online]. VŠB Ostrava, 2006, [cit. 2011-10-27]. Dostupné z: <http://homen.vsb.cz/~oti73/cdpast1/>

ŠŤASTNÁ, L. Diagnostika prekonceptů vybraných společných pojmů mezi chemií a fyzikou na základní škole. Sborník konference Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2. 2005. ISBN 80-7043-418-X.

TABER, K. S. Constructivism's New Clothes: The Trivial, the Contingent, and a Progressive Research Programme into the Learning of Science. *Foundations of Chemistry*. 2006, 8(2), s. 189-219. DOI: 10.1007/s10698-005-4536-1.

TAYLOR, J.A., DANA, T.M. An illustration of the complex nature of subject matter knowledge: A case study of secondary school physics teachers' evaluation of scientific evidence. In *Journal of Physics Teacher Education Online*, 2003, 1(4), s. 3-13. ISSN 1559-3053.

TAYLOR, N., COLL, R. The use of analogy in the teaching of solubility to pre-service primary teachers. In *The Australian science teachers journal*. 1997, 43(4), s. 58-64. ISSN 0045-0855.

TEJKALOVÁ, L., Hodnocení a metoda CLIL v přírodovědných předmětech, sborník z konference: Integrovaná výuka cizího jazyka a odborného předmětu – CLIL, Praha, Výzkumný ústav pedagogický v Praze, červen 2011, 1. vydání, ISBN: 978-80-87000-85-4.

THOMAZ, M. F., MALAQUIAS, I. M., VALENTE, M. C, ANTUNES, M. J. An attempt to overcome alternative conceptions related to heat and temperature. *Physics Education*, 1995, 30, s. 19-26. ISSN 0031-9120.

TRNA, J. Dovednost diagnostikovat a ovlivňovat žákovskou prekonceptci učiva, In: *Cesty k učitelské profesi: Utváření a rozvíjení pedagogických dovedností*. VI. Švec (ed). Brno: Paido 2002, s. 257-270. ISBN 80-73125-035-2.

TULVING, E. Organisation of memory: Episodic and Semantic Memory [online]. 1972 [cit. 2011-10-29]. Dostupné z: <http://garfield.library.upenn.edu/classics1987/A1987K827500001.pdf>.

VIENNOT, L. Spontaneous Reasoning in Elementary Dynamics. *European Journal of Science Education*, 1979, s. 205. ISSN 0140-5284.

VLČKOVÁ, K. Strategie učení cizímu jazyku [online]. 2006 [cit. 2011-11-26]. Disertační práce. Masarykova univerzita, Pedagogická fakulta. Vedoucí práce Vlastimil Švec. Dostupné z: http://is.muni.cz/th/23594/pdf_d/.

VYGOTSKIJ, L., PRŮCHA, J. Psychologie myšlení a řeči. Vyd. 1. Praha: Portál, 2004, 135 s. Psychologie (Portál). ISBN 80-717-8943-7.

VYSKOČILOVÁ, E. Místo učitelovy kondice v rámci pedagogických dovedností. In ŠVEC, V(ed.) *Monitorování a rozvoj pedagogických dovedností*. Brno: Paido, 2000. ISBN 80-85931-87-7.

VYSKOČILOVÁ, E., DVOŘÁK, D. Úvod: Didaktika jako věda a jako nástroj učitele. In KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. Školní didaktika. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.

VYSKOČILOVÁ, E., MATOUŠKOVÁ, A. Výzkum učiva a učení základům zeměpisné orientace v prvouce a vlastivědě. Pedagogika, 1998, č. 1, s. 41-53. ISSN 0031-3818.

WANDERSEE, J. H., MINTZES, J.J., NOVAK, J.D., GABEL, D. Research on alternative conceptions in science. In Handbook of research on science teaching and learning. New York: Maxwell Macmillan International, 1994, s. 177–210. ISBN 0028970055.

WENNING, C. J. Dealing more effectively with alternative conceptions in science. In Journal of Physics Teacher Education, 2008, 5(1). ISSN 1559-3053.

WHEWELL, W. Philosophy of the inductive sciences, founded upon their history. 2. vyd. 1847.

WHITE, R.T., GUNSTONE, R.F. Meta-learning and conceptual change. International Journal of Science Education, 1989, 11, s. 577-586. ISSN 0950-0693.

WISER, M., AMIN, T. Inducing conceptual change by integrating everyday and scientific perspectives on thermal phenomena. Learning and Instruction, 2001, 11(4), s. 331-355. ISSN 0959-4752.

ZORMANOVÁ, L., Gender ve vzdělávání dětí a mládeže na ZŠ, Disertační práce, Brno 2009.

ŽOLDOŠOVÁ, K., PROKOP, P. Motivačný vpliv skúsenostného učenia v prírodovednom vzdelávaní v teréne (diagnostika detskou kresbou). In: BÍLEK, M. (ed.): Aktuální otázky výuky chemie XII., Gaudeamus : Hradec Králové 2002, s. 319 - 324. ISBN 80-7041-511-8.

Přílohy

1. Vědomostní test pro diagnostiku úrovně kognitivní dimenze prekonceptů žáků v předvýzkumu.
2. Vědomostní test pro diagnostiku úrovně kognitivní dimenze prekonceptů žáků v první a druhé etapě výzkumu.
3. Zdrojový kód m-file souboru *FyzSUMXX.m* pro otázku 1. - 10. vědomostního testu první a druhé etapy výzkumu.
4. Zdrojový kód m-file souboru *konting_tabulkaII001.m* pro výpočet kontingenční tabulky a testování nezávislosti mezi daty pomocí chí-kvadrát testu.

1. Vědomostní test pro diagnostiku úrovně kognitivní dimenze prekonceptů žáků v předvýzkumu.

Milí žáci!

Předkládáme vám několik jednoduchých otázek a úkolů, na které se snažte odpovědět nebo je vyřešit. Podepisovat se nemusíte, doplňte třídu, a to, jste-li dívka nebo chlapec.

třída:.....

dívka – chlapec

1. Slova *slon, křemen, cihla, voda, žula, muchomůrka, skála, lípa, televize, mravenec, špendlík, jehla, bakterie, vzduch, automobil*, která označují různé objekty, se dají rozdělit do tří skupin. Podle čeho jsi je rozdělil? Zapiš jednotlivé skupiny do tabulky a pojmenuj je.

Název skupiny:	Živá přírodnina	Neživá přírodnina	Lidský výrobek
Vybraná slova			

2. Vyhledej slova (označují látky nebo předměty), která **mají mezi sebou něco společného**. Tuto společnou vlastnost pojmenuj (např. „mají stejnou barvu“, „mají stejné skupenství“ a tak podobně i u jiných vlastností, které Tě napadnou) a vše, co má uvedenou vlastnost zapiš do jednoho řádku.

Voda, železo, dřevo, papír, zmrzlina, mléko, jablko, automobil, moře, sníh, lavice, kniha, déšť, strom, kámen, vzduch, mlha, sešit.

Pokud se ti zdá, že slov na výběr je málo a mají také vlastnost, kterou jsi vybral, doplň k nim svá vlastní slova.

stejná barva:

skupenství:

obsahují stejnou látku:

doplň jinou vlastnost:

3. Představ si, že máš malý hrníček s vodou a budeš jej zahřívat plamenem jedné svíčky. Voda začne vřít (víš, že vroucí voda má teplotu 100 °C). Co se stane, když místo plamene jedné svíčky použiješ svíčky dvě?
- Voda bude mít teplotu 200 °C.
 - Voda začne vřít při teplotě 100 °C.
 - Voda bude vřít při poloviční teplotě.
 - Nevím.
4. V zimě Tě příjemně hřeje kožíšek nebo prošívaná bunda. Co se stane s kouskem zmrzlina, když jej zabalíš do kožichu?
- Zmrzlina bude tát pomaleji.
 - Zmrzlina roztaje dříve.
 - Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole.
 - Zmrzlina vůbec neroztaje.
 - Nevím.

5. Zakroužkuj, co potřebují všechny živé organismy.

- a) vodu
- b) energii
- c) vzduch
- d) led
- c) pohyb

6. Uvedené látky, tělesa, živočichové mají v sobě skrytou energii. Napiš ke každé látce, tělesu, živočichovi, jak můžeme tuto **energii využít**?

Uhlí.....

Voda.....

Pára.....

Slunce.....

Benzín.....

Kůň.....

Člověk.....

7. Označ (zakroužkuj) správné odpovědi:

- | | |
|--|----------|
| a) Světlušky vyzařují světelnou energii | ANO – NE |
| b) Kolem sněženek rychleji taje sníh (protože vydávají tepelnou energii). | ANO – NE |
| c) Velryby vydechují i ve studené vodě vodní páru | ANO – NE |
| d) Stěny kvasné nádoby, ve které houby kvasinky způsobují kvašení, jsou teplejší než okolí | ANO – NE |
| e) Tvé tělo vydává tepelnou energii | ANO – NE |

8. Označ, (zakroužkuj) předměty, látky, které **plavou ve vodě**.

- | | |
|---------------------|---------------------|
| • kulička ze železa | • pravítko z plastu |
| • kulička ze dřeva | • brambor |
| • skleněná kulička | • benzín |
| • korková zátk | • olej |

9. V každé dvojici označ (zakroužkuj) látku nebo předmět, který má **větší hustotu**.

- | | |
|-----------------------|-------------------|
| • voda - • sirup | • dřevo - • voda |
| • dřevo - • železo | • voda - • vzduch |
| • voda - • polystyren | • olej - • voda |

10. Nakresli obrázek, kde budou zapsána slova, která nějak souvisejí se slovem **Slunce**. Čarami vyznač, která slova patří k sobě. Pro svůj obrázek použij slova: **Slunce, teplo, teplota, světlo, teploměr, život, rostliny, kyslík, energie, zrak, Sluneční soustava, barvy**. Uvedená slova můžeš doplnit o další, která tě v souvislosti se Sluncem napadnou. Samozřejmě můžeš některá slova vynechat.

2. Vědomostní test pro diagnostiku úrovně kognitivní dimenze prekonceptů žáků v první a druhé etapě výzkumu.

Milí žáci!

Předkládáme vám několik jednoduchých otázek a úkolů, na které se snažte odpovědět nebo je vyřešit. Podepisovat se nemusíte, doplňte třídu, obec a zatrhněte, jste-li dívka nebo chlapec.

třída:.....

obec:

počet obyvatel:

dívka – chlapec

1. Slova *slon, křemen, cihla, voda, žula, muchomůrka, skála, lípa, televize, mravenec, špendlík, jehla, bakterie, vzduch, automobil*, která označují různé objekty, rozděl do skupin a zapiš do připravené tabulky.

Název skupiny:	Živá přírodnina	Neživá přírodnina	Lidský výrobek
Vybraná slova			

2. Vyhledej **slova** (označují látky nebo předměty), která **mají společnou vlastnost** – stejné skupenství nebo obsahují stejnou látku. Slova vepiš do tabulek (některá slova se mohou opakovat vícekrát!).

Voda, železo, dřevo, papír, zmrzlina, mléko, jablko, automobil, moře, sníh, lavice, kniha, déšť, strom, kámen, vzduch, mlha, sešit.





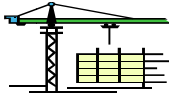
Skupenství

Pevná látka	Kapalina	Plyn

Obsahují stejnou látku

Voda	Dřevo	Kov

3. Představ si, že máš malý hrníček s vodou a budeš jej zahřívat plamenem jedné svíčky. Voda začne vřít (víš, že vroucí voda má teplotu 100 °C). Co se stane, když místo plamene jedné svíčky použiješ svíčky dvě? Vybranou odpověď zakroužkuj.
- Voda bude mít vřít při teplotě 200 °C.
 - Voda začne vřít při teplotě 100 °C.
 - Voda bude vřít při teplotě 50 °C.
 - Nevím.
4. V zimě Tě příjemně hřeje kožíšek nebo prošíváná bunda. Co se stane s kouskem zmrzliny, když jej zabalíš do kožichu? (výběr-zakroužkuj)
- Zmrzlina bude tát pomaleji.
 - Zmrzlina roztaje dříve.
 - Zmrzlina bude tát stejně rychle, jako kdyby ležela volně na stole.
 - Zmrzlina vůbec neroztaje.
 - Nevím.
5. V prvním sloupci tabulky máš uvedené látky, a tělesa a živočichy. Ti mají v sobě skrytou energii. Vyber podle obrázků u každé látky, tělesa a živočichaovi, jak se může jejich **energie využít**? Svoji volbu označ do příslušného políčka křížkem.

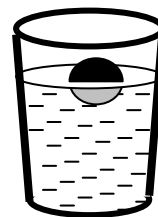
	 elektřina	 sport	 teplo	 pohyb	 práce
uhlí					
voda					
pára					
slunce					
benzín					
kůň					
člověk					

6. Označ správné odpovědi (zakroužkuj ANO - NE):

- a) Světlušky vyzařují světelnou energii ANO – NE
- b) Kolem sněženek rychleji taje sníh (protože vydávají teplo)..... ANO – NE
- c) Velryby vydechují ve vodě vodní páru ANO – NE
- d) Stěny kvasné nádoby, ve které kvasinky způsobují kvašení, se ohřívají..... ANO – NE
- e) Tvé tělo vydává teploANO - NE

7. Označ, (zakroužkuj) předměty a látky, které **plavou ve vodě**.

- kulička ze železa
- kulička ze dřeva
- skleněná kulička
- korková zátka
- polystyren
- brambor
- benzín
- olej



8. V každé dvojici označ (zakroužkuj) látku nebo předmět, který má **větší hustotu**.

- voda • sirup
- dřevo • voda
- dřevo • železo
- voda • vzduch
- voda • polystyren
- olej • voda

9. Vyber a zakroužkuj, co potřebují všechny živé organismy.

- a) vodu
- b) energii
- c) vzduch
- d) led
- c) pohyb

10. Ke každému obrázku ČARAMI přiřaď JEDEN název (slovo) z pravého sloupce.



kyslík



uhlí



planeta



železo



světelná energie



kamna



vápník



barvy



rtuť



teplo

3. Zdrojový kód m-file souboru *FyzSUMXX.m* pro otázku 1. - 10. vědomostního testu první a druhé etapy výzkumu.

```
fid = fopen('fyzikatwo.txt','r');
DATA=[];
for i=1:953
[table,count] = fscanf(fid,'% f',[1 13]);
DATA=[DATA;table];
end

DATA
status = fclose(fid);
radku,sloupcu=size(DATA);
CISLO_OTAZKY= XX

figure(1)
% title('histogram podle pohlavi ','FontSize',12,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino Linotype')
hold on;
znakY=[0,inf]; popisznakuY=['chlapci','divky ']
% znakZ=[1 5];
% popisznakuZ=['1','5']

znakZ=[1 2 3 4 5];
popisznakuZ=['1','2','3','4','5']

for jj=1:1:length(znakY)
for ii=1:1:length(CISLO_OTAZKY)
    index=ii+length(CISLO_OTAZKY)*(jj-1)
    cislo_otazky=CISLO_OTAZKY(ii)

N=konting_tabulkalI001(cislo_otazky, DATA,'dle pohlavi',2, znakY,znakZ);
[rowN,colN]=size(N);
graf=100*N ([jj],[1:1:colN])/sum(N(jj,:))

subplot(length(znakY),length(CISLO_OTAZKY),index)
f=bar(graf)
set(f,'FaceColor',[0.33*jj 0.13 0.33*jj])
for kk=1:1:length(znakZ)
text(kk-0.2,99.5-6*kk, strcat({num2str(round(graf(1,kk)))},{'%'}))
end

% h=legend('klasifikace znamkou 1','klasifikace znamkou 2','klasifikace znamkou 3','klasifikace
znamkou 4 a 5')
% set(h,'FontSize',14)
% title('histogram podle pohlavi ','FontSize',14,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino Linotype')
%% xlabel('cleneni studentu','FontSize',16,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino
Linotype','Color',[0.16 0.2 0.9])
set(gca,'FontSize',13,'Fontweight','Demi','Fontname','Times New Roman')
axis([0.5,5.5,0,100])
% set(gca,'XTickLabel',['1';'5'])
```

```

set(gca,'XTickLabel',{'1 ','2 ','3 ','4 ','5 '})
% axis([0,5,0,100])
% graf2(1,1)
set(gca,'YTickLabel',[])
if length(CISLO_OTAZKY)>1

xlabel(strcat(char(96+ii),{''}),'Color','b')
end
if ii==1
    if jj==1
        title(strcat({'histogram podle pohlavi'},
textcisloutazky),'FontSize',13,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino Linotype','Color','b')
        end

ylabel(popisznakuY(1+7*(jj-1):7+7*(jj-1)), 'FontSize',13,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino
Linotype','Color',[0.5 0.2 0.9])
axis([0.5,5.5,0,100])
set(gca,'YTickLabel',{' 0%',' 20%',' 40%',' 60%',' 80%','100%'})
% set(gca,'XTickLabel',{'1','5'})
set(gca,'XTickLabel',{'1 ','2 ','3 ','4 ','5 '})
end
end
end

title('histogram podle pohlavi ', 'FontSize',12,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino Linotype')
hold on;
znakY=[5000 20000 Inf];
popisznakuY=['<=5000 ','>5000 ','>20000 ']
znakZ=[1 2 3 4 5];
popisznakuZ=['1','2','3','4','5']

% znakZ=[1 5];
% popisznakuZ=['1','5']

for jj=1:1:length(znakY)
for ii=1:1:length(CISLO_OTAZKY)
    index=ii+length(CISLO_OTAZKY)*(jj-1)
    cislo_otazky=CISLO_OTAZKY(ii)

N=konting_tabulkalI001(cislo_otazky, DATA,'dle lokality',3, znakY,znakZ);
[rowN,colN]=size(N);
graf=100*N ([jj],[1:1:colN])/sum(N(jj))

subplot(length(znakY),length(CISLO_OTAZKY),index)
f=bar(graf)
set(f,'FaceColor',[0.33*jj 0.13 0.33*jj])
for kk=1:1:length(znakZ)
text(kk-0.2,99.5-11*kk, strcat({'num2str(round(graf(1,kk)))','%'}))
end
end

```

```

h=legend('klasifikace znamkou 1','klasifikace znamkou 2','klasifikace znamkou 3','klasifikace
znamkou 4 a 5')
% set(h,'FontSize',14)
% title('histogram podle pohlavi','FontSize',14,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino Linotype')
%% xlabel('cleneni studentu','FontSize',16,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino
Linotype','Color',[0.16 0.2 0.9])
set(gca,'FontSize',13,'Fontweight','Demi','Fontname','Times New Roman')
axis([0.5,5.5,0,100])
% set(gca,'XTickLabel',{'1';'5'})
set(gca,'XTickLabel',{'1 ','2 ','3 ','4 ','5 '})
% axis([0,5,0,100])
% graf2(1,1)
set(gca,'YTickLabel',[])
if length(CISLO_OTAZKY)>1
xlabel(strcat(char(96+ii),''),'Color','b')
end

if ii==1
    if jj==1
        title(strcat({'histogram podle lokality'},textcisloutazky),
'FontSize',13,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino Linotype','Color','b')
    end

ylabel(popisznakuY(1+7*(jj-1):7+7*(jj-1)), 'FontSize',13,'Fontweight','Demi','Fontname','Palatino
Linotype','Color',[0.5 0.2 0.9])
axis([0.5,5.5,0,100])
set(gca,'YTickLabel',{' 0%';' 50%';'100%'})
set(gca,'XTickLabel',{'1 ','2 ','3 ','4 ','5 '})
% set(gca,'XTickLabel',{'1';'5'})
end
end
end

```

4. Zdrojový kód m-file souboru *konting_tabulkaII001.m* pro výpočet kontingenční tabulky a testování nezávislosti mezi daty pomocí chí-kvadrát testu.

```
function N=konting_tabulkaII001(cislo_otazky, DATA, popisznakuY,cislofiltruY, filtrY, filtrZ)
[radku,sloupcu]=size(DATA);
pocetznakuY=length(filtrY);
pocetznakuZ=length(filtrZ);
% pocetznakuZ=1;

% pocetznakuY=2;
% pocetznakuZ=5;
N=zeros(pocetznakuY,pocetznakuZ);

% MUZIUSPECH=0;
% MUZINEUSPECH=0;

filtrYY=[-eps,filtrY];
filtrZZ=[-eps,filtrZ];

for i=1:1:(pocetznakuY)
    for j=1:1:pocetznakuZ
        for k=1:1:radku
            if ((DATA(k,cislofiltruY)<=filtrYY(i+1)) & (DATA(k,cislofiltruY)>filtrYY(i)))
                if ((DATA(k,cislo_otazky)<=filtrZZ(j+1)) & (DATA(k,cislo_otazky)>filtrZZ(j)))
                    N(i,j)=N(i,j)+1;
                    fprintf('k=%2 .2d pocetobv=%2 .2d znamka=% d filtrY %2 .2d %2 .2d filtrZ %2 .2d
%2 .2d i=%2 d j=%2 d\t \n',k, DATA(k,cislofiltruY),DATA(k,cislo_otazky), filtrYY(i),filtrYY(i+1),
filtrZZ(j),filtrZZ(j+1),i,j )
                end
            end
        end
    end
end

[znakuX,znakuY]=size(N);

n_i_tecka=zeros(1,znakuX);

n_tecka_j=zeros(1,znakuY);

for i=1:znakuX
    n_i_tecka(i)=sum(N(i,:));
end
for j=1:znakuY
    n_tecka_j(j)=sum(N(:,j));
end

n_i_tecka;
n_tecka_j;
```

```

n=sum(n_tecka _j);
nn=sum(n_i _tecka);

fprintf(1,'\n KONTINGENCNI TABULKA X=(Y,Z)\n')

    fprintf(1,' cleneni studentu % s \t znakY <= [',popisznakuY);
    for i=1:1:pocetznakuY
        fprintf(1,'%2 d\t',filtrY(i));
    end
    fprintf(1,'] radky % d - % d',2,1+pocetznakuY);
    fprintf(1,'\n znamkovani \t znakZ <= [');
    for j=1:1:pocetznakuZ
        fprintf(1,'%1 d\t',filtrZ(j));
    end
    fprintf(1,'] sloupce % d - % d \n',2,1+pocetznakuZ);

TABULKA=[[0, 1:znakuY, 0];[[1:znakuX];0],[[N,n_i _tecka'];[n_tecka _j,nn]]]

CHI=0;
for i=1:znakuX
for j=1:znakuY
CHI=CHI+N (i,j)^2/(n_i _tecka(i)*n_tecka _j(j));
end
end

CHI=n*CHI-n;

stupnu_volnosti=(znakuX-1)*(znakuY-1);

XI=[3.84;5.99;7.81;9.49;11.07;12.59;14.07;15.51;16.92;18.31;19.68;21.03;22.36;23.68;25.00];

% pro aplha = 5%

fprintf(1,'pro aplha = 5%% je Xi-kvadrat o poctu n= %2 .2d stupnu volnosti %2 .2d
\n',stupnu_volnosti,XI(stupnu_volnosti));
fprintf(1,'hodnota testovaciho kriteria je %2 .2d \n',CHI);

if CHI > XI(stupnu_volnosti)
    fprintf(1,'nulova hypoteza se zamita \n')
else
    fprintf(1,'nulova hypoteza se nezamita \n')
end

```