

Západočeská univerzita v Plzni

Pedagogická fakulta

Katedra obecné fyziky

Metodika tvořivé výuky fyziky na základní škole

Rigorózní práce

2010

Mgr. Václav Meškan

Anotace

Tato práce se zabývá rozvojem kreativity a schopnosti tvůrčího řešení problémů při výuce fyziky na základní škole. První část pojednává o kreativitě a tvůrčím řešení problémů v obecné rovině. Je zde diskutována problematika rozvoje kreativity, charakteristika tvořivého jedince, myšlenkové procesy uplatňované při tvořivém myšlení, vztah tvořivosti a motivace a další důležité aspekty této problematiky. Druhá část je věnována rozvoji kreativity ve školní výuce. Stručně jsou charakterizovány hlavní výukové metody rozvíjející samostatné a tvořivé myšlení žáků – problémová metoda, projektová metoda, skupinová výuka, dále možnost individualizace a diferenciací výuky a myšlenkové mapy. Prostor je věnován též motivaci ve výuce a hodnocení. Ve třetí části se práce zaměřuje na výuku fyziky, jsou zde popsány tradiční výukové metody tohoto předmětu – fyzikální úloha a experiment. Současně jsou zde uvedena doporučení k vhodnému zařazení uvedených metod tak, aby podporovaly tvůrčí myšlení žáků. V následující části jsou shrnuta doporučení na úpravu metodiky vybraného vyučovacího předmětu s ohledem na posilování a rozvoj kreativity žáků. Součástí doporučení jsou i otázky motivace a hodnocení. Tradiční metodika fyziky je dále doplněna o dva nástroje – divergentní fyzikální úlohy a myšlenkové mapy. Práci uzavírá předběžný „minivýzkum“ v reálné výuce fyziky na základní škole, který má ověřit použitelnost a účinnost navrhované metodiky.

Klíčová slova: výuka fyziky, tvořivost, tvůrčí řešení problémů, fyzikální úlohy, fyzikální experiment, problémová výuka fyziky, divergentní úlohy

Rád bych na tomto místě poděkoval všem, kteří mi byli nápomocni při realizaci této práce. Jmenovitě PaedDr. Gerhardu Höferovi, CSc., RNDr. Jitce Prokšové, Ph.D. a PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D.

Prohlašuji, že předkládanou rigorózní práci jsem vypracoval sám pouze s využitím citované literatury uvedené v seznamu.

.....

Obsah

1 Úvod	1
2 Podstata tvořivosti	2
2.1 Definice tvořivosti	2
2.2 Klasifikace tvořivosti.....	3
2.3 Myšlenkové operace uplatňované v kreativním procesu.....	5
2.3.1 Divergentní a konvergentní myšlení.....	5
2.3.2 Základní myšlenkové operace	6
2.3.3 Laterální myšlení	8
2.4 Strukturní složky tvořivosti	8
2.6 Tvořivý jedinec.....	10
2.6.1 Charakteristika tvořivého jedince	10
2.6.2 Vztah tvořivosti a inteligence	13
2.7 Vnější faktory ovlivňující rozvoj kreativity jedince.....	13
2.7.1 Vliv sociálního prostředí na rozvoj tvořivosti	13
2.7.2 Další faktory okolního prostředí ovlivňující rozvoj kreativity.....	15
2.8 Rozvoj tvořivosti	15
2.8.1 Ontogeneze lidské tvořivosti	16
2.9 Diagnostika tvořivosti.....	17
2.10 Bariéry tvořivosti.....	19

2.11 Vztah motivace a tvořivosti	21
2.11.1 Prožitky „flow“	21
2.12 Tvůrčí řešení problémů.....	23
2.12.1 Proces tvůrčího řešení problému	24
2.12.2 Heuristika.....	27
3 Tvořivost ve školní výuce.....	32
3.1 Vymezení kreativity ve školním prostředí.....	32
3.2 Aktivita a samostatnost žáků jako předstupeň tvořivosti	33
3.3 Transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky.....	34
3.4 Role učitele v procesu rozvoje kreativity	36
3.5 Motivace žáka k učení	38
3.6 Tvořivé osvojování nového učiva.....	39
3.7 Problematika diagnostiky a hodnocení v tvořivé výuce	40
3.7.1 Alternativní způsoby hodnocení v tvořivé výuce	41
3.8 Problémová výuka	43
3.9 Projektová výuka	44
3.10 Kooperativní a skupinová výuka	46
3.11 Individualizace a diferenciacce učiva.....	47
3.12 Mentální mapy	47
4 Metodika rozvoje kreativity při výuce fyziky	53

4.1 Charakteristika vyučovacího předmětu fyzika	53
4.1.1 Cílové zaměření vzdělávací oblasti Člověk a příroda	54
4.1.2 Pojetí fyziky jako školního předmětu žáky	54
4.2 Tradiční metodologie fyziky s vazbou na rozvoj kreativity	57
4.2.1 Fyzikální úloha	57
4.2.2 Fyzikální experiment	61
4.3 Návrh na úpravu tradiční metodiky fyziky	65
4.3.1 Východiska	66
4.3.2 Obecná doporučení k realizaci tvůrčí výuky	67
4.3.3 Divergentní fyzikální úlohy	69
4.3.4 Mentální mapování ve výuce fyziky na základní škole	75
5 Experimentální ověření navržené metodiky	79
5.1 Průběh experimentu	79
5.2 Výuka v experimentální skupině	80
5.2.1 Příklad vyučovací hodiny	81
5.3 Vyhodnocení experimentu	87
5.3.1 Rozbor testových položek a jejich řešení v obou skupinách	87
5.3.2 Shrnutí výsledků testu	98
6 Závěr	99

1 Úvod

Po nástupu do funkce učitele fyziky na základní škole jsem se velmi záhy při zadávání úloh žákům setkal s problémem, který byl některými mými kolegy často klasifikován jako lenost žáků, neochota samostatně myslet nebo dokonce jako hloupost. Při hledání příčin selhání žáků řešících předkládané úlohy jsem ale spíše než v žácích samotných našel nedostatky v nás učitelích a způsobu výuky vůbec. Naše výuka žáky nijak nevedla k vlastnostem, které jsme po nich vyžadovali – k samostatnosti a schopnosti přistupovat k řešení problémů tvořivě. Tím jsem se dostal k hlubšímu zájmu o rozvoj tvořivosti mých žáků a s překvapením jsem zjistil, jak dlouho již teoretická pedagogika a psychologie upozorňují na nutnost věnovat náležitou pozornost rozvoji kreativity ve vzdělávání, aniž by praxe tyto snahy výrazně reflektovala. J. P. Guilford již v roce 1950 ve svém inauguračním projevu pro Americkou psychologickou asociaci upozornil, že úměra mezi dosaženým vzděláním a kreativitou vzdělaného jedince je málo patrná a položil otázku, jak je možné, že školy, které mají připravovat žáky na život ve společnosti, nepřispívají k vývoji kreativnějších jedinců [11]? Svým proslovem Guilford předznamenal události následujících desetiletí, kdy se problematika kreativity dostala do popředí zájmu řady psychologů a pedagogů a svou další práci sám odstartoval systematický výzkum v této oblasti. Padesát let po Guilfordovi hodnotí situaci vzdělávacího systému Dacey [7]: „Školy potlačují kreativitu, učitelé, spolužáci a vzdělávací systém jako celek společně redukuje potřebu dítěte vyjádřit vlastní tvůrčí možnosti. Student, který klade originální a nečekané dotazy nebo předkládá alternativní odpovědi, bývá autoritářským učitelem dokonce označován za rušivý element. Škola dále zabraňuje tvořivosti tím, že poskytuje nízkou toleranci vůči selhání.“ Za šedesát let rozsáhlé práce v oblasti psychologické a pedagogické teorie nedošlo k přenosu teoretických poznatků do školní praxe.

Proč považuji tvořivost a nutnost jejího rozvoje ve školní výuce za tak důležitou? Tvořivost chápu jako nástroj seberealizace člověka a důležitou kompetenci v jeho osobním i pracovním životě. Schopnost kreativního řešení problémů má současně klíčovou důležitost pro rozvoj všech technických a vědeckých oborů.

Současná školní výuka je tradičně členěna na jednotlivé vzdělávací předměty. Vzhledem k velikému významu kreativity je nutné věnovat rozvoji těchto schopností prostor ve všech předmětech, přičemž každý z nich má potenciál přispět rozvoji tvořivosti svým specifickým způsobem. Zatímco výtvarná a hudební výchova budou rozvíjet složky kreativity související s fantazií a imaginací, v přírodních a technicky zaměřených předmětech bude tvořivost jasněji strukturována a tvůrčí proces bude uplatňován v rámci tvůrčího řešení určitých problémů. Významnou složkou tvořivé výuky je osvojování metod tvůrčího řešení.

V této práci se pokouším o návrh metodiky výuky fyziky s důrazem na rozvoj tvořivosti žáků a trénink tvůrčího řešení problémů.

2 Podstata tvořivosti

2.1 Definice tvořivosti

Od počátku systematického výzkumu kreativity, který započal v druhé polovině dvacátého století, neexistuje univerzální definice tvořivosti. Sawrey a Telford [40] ve své učebnici pedagogické psychologie z roku 1968 zmiňují dva odlišné přístupy ke klasifikaci tvořivosti. Tyto dva směry označují je jako **společenský** a **osobnostní** (social / personal). Rozdíly v klasifikaci kreativity spočívají v rámci, ve kterém je posuzována novost vzniklého produktu (myšlenky, nápadu). **Osobnostní pojetí** kreativity vychází z humanistické psychologie a posuzuje novost a užitečnost vzhledem k tvořícímu jedinci. Pokud je produkt nový z pohledu tvůrce, je výsledkem jeho tvůrčí činnosti a je vyjádřením jeho samotného, pak je možné hovořit o kreativním produktu, aniž by tento produkt musel nutně být originální a užitečný z pohledu společnosti (Rogers in [40]). V protikladu k osobnostnímu pojetí kreativity vymezuje **společenské pojetí** novost a užitečnost vzniklého produktu jak v individuálním, tak v celospolečenském měřítku: „Kreativní proces musí ústít v něco, co je nové z pohledu kulturního i individuálního a zároveň společensky využitelné (Torrance in [40]).“ Pojetí kreativity ve vzdělávání je kombinací obou přístupů. Přejímá osobnostní pojetí tvořivosti ve smyslu seberealizace jedince, současně ovšem nemůžeme přehlížet směřování žáků ke společensky hodnotnému chování. Ze společenského pojetí kreativity zdělala „pedagogická kreativita“ požadavek společenské

užitečnosti vzniklého produktu. Většina definic v současné literatuře obsahuje tuto podmínku využitelnosti.

Ve většině současných definic je tedy tvořivost vymezena jako aktivita, která přináší doposud neznámé a současně společensky hodnotné výtvoř (například [27][7]). Tvořivý proces je potom charakterizován pomocí dvou základních prvků, za které je považována originalita, ale současně i užitečnost určité společnosti.*

Antikreativita

Pokud přijmeme podmínku užitečnosti a společenské hodnoty vzniklého produktu, co s produkty, které lze za tvůrčí považovat, ačkoliv mají negativní sociální hodnotu, mám na mysli komplikované mučicí nástroje, plynové komory, atomovou bombu atd. Aby vyřešili tento rozpor a jasně se vůči takovému druhu tvorby vymezili, nazývají jej někteří autoři **antikreativitou** [2], negativní tvorbou či protispolečenskou tvořivostí [33]. Věřím ale, souhlasně s psychologickými humanisty (např. Rogers in [40]), že živé organizmy mají přirozenou tendenci jednat v symbióze s okolím a že duševně zdravý člověk není bestie, které je nutné se bát, ale bytostí žijící v souladu s ostatními.

2.2 Klasifikace tvořivosti

Obdobně jako ve snaze definovat tvořivost neexistuje ani jednotná ustálená klasifikace tvořivosti. Jednotliví autoři se liší mimo jiné tím, zda se ve své klasifikaci zaměřují na vzniklý produkt nebo na předcházející tvůrčí proces. První cestou je klasifikovat míru originality a využitelnosti vzniklého tvůrčího produktu. Podle Bakaláře [2] může být výsledkem tvůrčí činnosti:

- Objev – nejvyšší stupeň – základní vědecké poznání
- Vynález – aplikace vědy nebo tvořivé inženýrské práce

* Nový produkt však nemusí být nutně užitečný všem lidem. Využitelnost produktu může být definována z hlediska celospolečenského, z pohledu jedince, případně z pohledu malé sociální skupiny. Poslední hledisko odpovídá pedagogickému pojetí kreativity, kde sociální skupinou je školní třída.

- Pedagogický vynález – řešení objektivně známé, z hlediska subjektu – řešitele – ovšem nové – tvůrčí produkt s didaktickým významem
- Nekonvenční řešení – nové jsou některé postupy a podmínky. Vzniklý produkt ovšem nelze klasifikovat jako vynález.

Druhou zmíněnou možností je přesunout pozornost z finálního produktu na cestu, která vedla k jeho vzniku. Takovou klasifikaci nabízí například Lokšová [27], která definuje tři úrovně tvůrčího procesu:

1. Prvním stupněm je pouhá **imitace** – bezprostřední využití informace bez tvůrčího přístupu.
2. Přechodným stupněm na cestě od napodobování ke kreativitě je **přizpůsobení určitého stávajícího řešení** odlišným podmínkám. Jedinec využívá známé poznatky bez toho, aby se řešení ve své kvalitě nějak změnilo. Oproti předchozímu se tento stupeň liší pouze v posouzení nového problému a aplikaci známého řešení.
3. Konečně o kreativitě hovoříme tehdy, kdy dojde ke **zdokonalení určitého řešení** daného problému změnou kvality oproti doposud známým principům. Na problém je aplikován upravený nebo zcela originální postup řešení.

Rád bych se v tuto chvíli vyhnul černobílému pohledu na kreativitu a spolu s Hlavsou [17] upozornil, že každé vzniklé novum obsahuje vždy určitý podíl starého*. Nový produkt vyrůstá ze starého a neodmyslitelně s ním souvisí. O „zcela novém řešení, nahrazení zastaralého řešení či originální myšlence“ se hovoří pouze pro zjednodušení.

Pokud je výsledkem procesu pouze kvantita bez výrazného nárůstu kvality a s malým podílem novosti vzniklého produktu, nazveme takový proces podle Flanagana (in [17]) **produktivitou**, ale zatím ještě není možné hovořit o skutečné kreativitě. Je-li tvořivý jedinec schopen sám vyhledávat problémy a předkládat jejich překvapivá invenční řešení, hovoří stejný autor o **inguenitě**. Domnívám se, že dobře rozlišovat je nutné především mezi „pouhým“ produktivním myšlením a kreativitou. Výsledkem kreativní činnosti ovšem může být dětská kresba

* Pro „staré“ používá Hlavsa [17] termínu „veterum“, kterým označuje výsledek reprodukce.

nebo vědecká teorie. Kreativní činnost je tak nutné dále rozlišovat podle jeho rozsahu a významu vzniklého díla. Podle Maňáka [30] pak rozlišujeme:

- tvořivost expresivní (spontánní) – živelné produkty vznikající z náhlého vnuknutí, ze silného nutkání,
- inovativní – inovace vzniklá záměrným úsilím vykonat něco netradičního,
- inektivní – vysoká originalita, objektivně uznávaný přínos, zcela nové řešení,
- emergentní – projev génia.

Podle oblasti lidské činnosti, v níž je uplatňována, je tvořivost často uměle členěna na **tvořivost uměleckou** a **tvořivost vědecko-technickou**. Základní znaky tvořivosti jsou ovšem v obou oblastech tvořivosti společné. „Umělecká tvorba je projevem téhož tvůrčího potenciálu jako jiná tvorba, míní Hlavsa [17], ale zatím co výsledky vědy a techniky pronikají do lidské činnosti ve smyslu objektivního zkoumání a přetváření světa i člověka, umění hledá především lidské rozměry tohoto pronikání. Umění završuje vývoj člověka a jeho díla, započatý vědeckými a technickými prostředky.“ Dále Hlavsa upozorňuje, že umělecké dílo více než vědecké a technické vyvolává tvůrčí proces navíc i u příjemce. Laický názor má často tendenci stavit umělecké dílo nad výsledek vědecko-technické tvůrčí práce. Pietrasinski [37] ale například upozorňuje, že ve své podstatě je tvořivost technická základem tvořivosti umělecké - nejdříve totiž musel vzniknout nástroj a každý nový nástroj je produktem tvůrčí činnosti člověka. Tvořivost uměleckou a technickou ovšem nelze ani zcela ztotožnit, struktura tvůrčího procesu není v obou těchto případech stejná. Zatímco u umělecké tvořivosti je zdůrazňována imaginativní složka tvořivosti (fantazie, intuice), u tvořivosti technické je kladen důraz především na stránku metodologickou (viz operativní složky tvořivosti, kapitola 2.4).

2.3 Myšlenkové operace uplatňované v kreativním procesu

2.3.1 Divergentní a konvergentní myšlení

Myšlení spojené s kreativitou a řešením problémů obecně jsou označovány jako myšlení divergentní a myšlení konvergentní. **Divergentní myšlení** je charakterizováno jako myšlenková operace směřující k velikému množství nápadů či řešení. Toto je nejlépe možné pochopit na konkrétním příkladu měření divergentního myšlení. Typickým testem divergentního

myšlení je například úkol navrhnout co nejvíce možností využití běžného předmětu, například cihly [40]. **Konvergentní myšlení** je pak opakem myšlení divergentního v tom smyslu, že myšlenkový proces směřuje k jednomu správnému řešení. Příkladem je výběr jedné správné položky v testu s více možnostmi výběru [40]. Myšlení spojené s kreativitou je často spojováno s divergentní složkou myšlení a myšlení konvergentní, je naopak základem procesu řešení běžných problémů, například řešení matematické úlohy [40]. Ztotožnění kreativního myšlení s myšlením divergentním je ovšem nepřesné, příliš zjednodušující a v současnosti zastaralé. Skutečný proces se jeví komplikovanější. V procesu kreativního myšlení je ve skutečnosti zastoupena i konvergentní složka myšlení. Skutečný proces tvorby totiž nekončí vygenerováním velkého množství asociací, hypotéz či řešení (divergentní proces). V závěrečné fázi tvorby přebírá roli konvergentní myšlení, když je z navržených možností vybrána jedna, která se jeví jako nejvhodnější či nejpřínosnější [40]. Tvořivý proces je tedy ve skutečnosti interakcí konvergentních a divergentních myšlenkových postupů [26]. Z hlediska rozvoje kreativních schopností lze ovšem roli divergentního myšlení považovat za klíčovou, a to především kvůli situaci v současném vzdělávacím systému, kde je divergentní složka myšlení silně potlačena na úkor myšlení konvergentního. Lokšová [26] upozorňuje, že divergentní úlohy jsou v našem vzdělávacím systému zastoupeny pouze asi čtyřmi procenty, ačkoliv ideální zastoupení ve výuce by podle autorky mělo být 15 – 30% divergentních úloh.

2.3.2 Základní myšlenkové operace

Mezi základní kognitivní operace uplatňované v procesech řešení problémů řadí Wimmer [52] analýzu a syntézu, indukci a dedukci, abstrakci a konkretizaci, zobecnění a třídění, analogii a protiklad. Tyto zdánlivě protikladné dvojice tvoří v reálném kognitivním procesu vždy komplementární vztah.

Analýza – myšlenkové rozložení celku na části nebo myšlenkové odlišení jeho jednotlivých vlastností. Při řešení problému, poznamenává Wimmer, musíme nejprve zjistit ústřední, vedoucí článek.

Syntéza – myšlenkové spojení pojmů a výroků získaných a prověřených analýzou v celek tvořící obraz reálné skutečnosti nebo představující konkrétní návrh. Wimmer rozlišuje dva druhy syntézy – myšlenkové sjednocení částí celku a myšlenkové spojení různých znaků, vlastností nebo stránek předmětů a jevů.

Indukce – úsudek směřující od zvláštních případů k obecné poučce.

Dedukce – úsudek směřující od obecné poučky k zvláštnímu případu.

Indukce je ověřována dedukcí a naopak z odvozených obecných pouček induktivně usuzujeme o zvláštních, dosud ještě neznámých případech. Dedukce se opírá o indukci.*

Abstrakce – zobecňování, rozlišování toho, co je na předmětech a jevech obecné, společné. Myšlenkově se odpoutáváme o ohromného množství zřejmých znaků nebo vlastností předmětů a soustředíme veškerou pozornost pouze na to nejdůležitější, což nám umožňuje spojit společné charakteristické jevy věcí navzájem velmi vzdálených.

Konkretizace – přemýšlení o zvláštním znaku, který odpovídá určitému obecnému. Konkretizace umožňuje obecný znak lépe pochopit, a to proto, že jej spojuje s naší smyslovou zkušeností.

Zobecňování – myšlenkové vystižení toho, co je předmětům a jevům společné, a na tomto základě vyjádření jejich myšlenkového spojení. Srovnáváním můžeme zjistit, co je obecně shodné a následně je lze myšlenkově řadit do stejné skupiny – zobecnit je. Během tohoto procesu se vyčleňují znaky nejen společné, ale především podstatné.

Třídění – zobecňováním získává člověk možnost předměty třídit = klasifikovat, rozdělit do skupin a podskupin podle jejich vzájemné shody a odlišnosti. V poznávání skutečnosti hraje srovnávání svou důležitou úlohu. Můžeme říci, že vše, co existuje, poznáváme srovnáváním jedněch předmětů a jevů s jinými, shodnými nebo odlišnými.

Analogie – v návaznosti na předchozí – poznávání = porovnávání společných znaků. Wimmer doplňuje, že metoda hledání správného řešení pomocí analogií je velmi efektivní a lákavá pro vynálezce a stále ve větším měřítku nachází uplatnění v tvořivé technické práci.**

* Sawrey a Telford [40] ztotožňují indukci s konvergentním myšlením a dedukci naopak s myšlením divergentním.

** Wimmer zde odkazuje na obor bioniky.

Protiklad – analogie může být někdy neúčinná, někdy je užitečné hledat cestu k řešení opačným způsobem. Metoda protikladu je pohled novým způsobem na obvyklý jev jakoby z druhé strany. Metoda protikladu doplňuje analogii tím, že hledá pohled na obvyklý jev novým způsobem, zkoumá, zda by některé procesy nebo konstrukce nepřinesly rychleji výsledek v opačných funkcích.

2.3.3 Laterální myšlení

Laterální myšlení se podle De Bona [10] zabývá změnami vzorů, které byly vypěstovány na základě dřívějších zkušeností, tedy změnami pojetí a vnímání. Laterální myšlení charakterizuje De Bono jako přechod od vzorce ke vzorci. Protikladem laterálního myšlení je **vertikální myšlení**, které probíhá v krocích, které mají svou logickou stavbu a posloupnost. Někdy je ovšem nutné z původního postupu laterálně odstoupit a začít jinak [33]. Výstižný příběh hovoří o člověku kopajícím studni. Pokud se mu nedaří najít vodu, může kopat do stále větší hloubky nebo začít kopat o kus dále. Běžná praxe ukazuje, že řešení nějakého problému, který se zdá po dlouhou dobu neřešitelný, se může nakonec často ukázat jako velmi jednoduché, stačí opustit dosavadní myšlenkovou linii a začít z jiné strany. Tento jev je známý z řešení různých hádanek. Problémem často bývá, že se řešitel nedokáže odpoutat od prvního nápadu. V zahraniční literatuře jsem se setkal s termínem „out of box thinking“, který výstižně popisuje stav, kdy je potřeba vědomě překonat určité zdánlivé omezení a na problém se podívat „zvenčí“.

2.4 Strukturní složky tvořivosti

Aby bylo možné navrhovat efektivní metody rozvoje a diagnostiky tvořivosti, je nutné porozumět struktuře kreativity. Za tímto účelem jsou nejčastěji citovány složky divergentního myšlení podle J. P. Guilforda [13]. Ten ve své práci uvádí šest prvků, které tvoří „vnitřní stavbu“ kreativity:

- **Fluence** (plynulost) – vlastnost charakterizující plynulost toku nápadů
- **Flexibilita** (pružnost) – pružnost myšlení
- **Originalita** (původnost)
- **Senzitivita** (citlivost) - citlivost na problémy

- **Redefinování** (nová interpretace) - změna významu či reorganizace informací, použití starých poznatků novým způsobem
- **Elaborace** (propracování) - schopnost najít, doplnit, vypracovat funkční detaily při řešení problému, jejichž spojením se vytvoří kompletní řešení

Aby bylo možné ještě lépe pochopit strukturu procesu tvorby především v oblasti tvorby technické a vědecké, je užitečné doplnit na tomto místě studium výstavby kreativity o „**operativní složky tvořivosti**“ podle Hlavsy [17]:

- **Imaginativní** (intuice, imaginace, fantazie)
- **Heuristická** (řešení problémů, tvůrčí myšlení, semialgoritmické přístupy k tvoření)
- **Schematická** (základní myšlenkové operace, systémové myšlení, logika)

V tvůrčím procesu je většinou více či méně zapojena každá složka. Není proto vhodné soustředit se při rozvoji tvořivosti pouze na kultivaci jedné z těchto složek. Při pěstování imaginativní složky kreativity se nedočkáme od tvůrce realizace výsledku, při pěstování pouze heuristické složky se doba hledání řešení podstatně prodlouží a od lidí s vypěstovanou schematickou složkou můžeme očekávat jen kopie [33]. V dalších kapitolách se zabýváme především heuristickými aspekty kreativity. Než však postoupím dále, je nutné ve stručnosti věnovat imaginativním aspektům tvůrčího procesu. Sem patří především **představivost** a **fantazie**, dva nepostradatelné prvky tvořivosti, které umožňují „vytvářet variace a kombinace jevů mimo dotyku s konkrétní realitou“ [29]. Tyto dvě složky jsou základem objevování a tvoření nových skutečností ve všech oborech tvorby. Maňák [29] definuje tyto dva prvky následovně:

- **Představivost** = schopnost znovu vyvolat dříve vnímanou skutečnost
- **Fantazie** = schopnost vytvářet představy, které neodpovídají skutečnosti, mění ji nebo jí nově tvoří

Maňák dále doplňuje, že kreativního procesu se ve značné míře účastní též **imaginace** a **intuice**, přičemž imaginaci označuje jako nepřímé myšlení, na rozdíl od logického myšlení, které je považováno za přímé, systematické. Intuicí pak Maňák míní postihování podstaty jevů bezprostředním nazíráním bez logického důkazu [29].

2.6 Tvořivý jedinec

2.6.1 Charakteristika tvořivého jedince

Snaha charakterizovat kreativního jedince byla v minulosti předmětem řady výzkumů. Dacey [7] ve svém díle odkazuje na systematickou analýzu osobnostních rysů vysoce tvořivých jedinců, jejímž výsledkem je deset typických rysů kreativního jedince. Vědci nebyli schopni určit, jestli osobnostní rysy mohou být přímou příčinou kreativity, zdá se však zřejmé, že tyto rysy jsou nedílnou součástí tvůrčího procesu. Těmito deseti rysy podle Daceyho jsou:

1. *Tolerance vůči nejednoznačnosti*

V situaci, v níž neexistuje vodítko, pomocí kterého by bylo možné směřovat svůj postup, a kdy jedinci chybí jasná pravidla a potřebná fakta, se tvořivý jedinec projevuje sklonem shledávat tuto nejednoznačnou situaci zajímavou až vzrušující.

2. *Stimulační svoboda*

Tvořiví lidé se projevují schopností obejít pravidla určité situace, jsou-li v konfliktu s jejich tvůrčími myšlenkami. Tito lidé tato pravidla jednoduše obejdou, aby mohli uspokojit své tvůrčí potřeby. A co je důležitější, tito lidé ignorují existenci pravidel, je-li situace dvojznačná.

3. *Funkční svoboda*

Je opakem funkční strnulosti a objevuje se v problémech praktického typu. Řešiteli funkčně strnulému dělá problém použít nástroje k jinému účelu, než k jakému byly vytvořeny. Kreativní jedinec naopak nemá problém přiřazovat nástrojům nové funkce.

4. *Flexibilita*

Tvořivá osoba je otevřena novotám a změnám a je kdykoli ochotná tyto změny nejen přijímat, ale i iniciovat.

5. *Ochota riskovat*

Tvořiví lidé se nebojí postupovat při řešení problémů tvořivě a novátorsky, i když tím riskují nepochopení a konflikty se svým okolím.

6. *Preference zmatku*

Tvořiví lidé dávají přednost asymetrii a složitosti, rádi se ujímají úkolu uvést do věcí svůj vlastní řád. Dáte-li tvořivému jedinci vybrat si ze dvou obrázků, jednoduchého symetrického a složitého nepravidelného, vybere si ten složitější a nechá svou fantazii, aby vnesla do tohoto chaosu řád.

7. *Prodleva uspokojení*

Tvořivý člověk je schopen velmi dlouho urputně pracovat na svém projektu bez nároku na jakoukoli odměnu nebo uznání.

8. *Oproštění od stereotypu sexuální role*

Tvořiví lidé, dle výzkumů autora, vykazují jak ženské, tak mužské složky osobnosti, bez ohledu na jejich skutečné pohlaví. Tato vlastnost je nazývána termínem **androgynie** skládajícím se ze dvou řeckých slov: *andro* – mužský, a *gyne* – ženský. Dacey tento jev dále vysvětluje tak, že vysoká míra tvořivosti od jedinců vyžaduje určité vlastnosti, které jsou obvykle připisovány opačnému pohlaví. Tvořivý muž potřebuje ženskou senzitivitu vůči pocitům druhých a naopak kreativní žena potřebuje mužské umění prosadit se, aby mohla prosazovat a obhajovat své myšlenky.

9. *Vytrvalost*

Typickou vlastností kreativních lidí je veliká vytrvalost tváří v tvář překážkám, které jim brání v dosažení vytčeného cíle. Csikszentmihalyi [5] užívá termínu **autotelická osobnost** (z řeckého *auto*, sám, a *telos*, cíl), jenž vyjadřuje schopnost osobnosti vést sama sebe k cíli, k čemuž vynakládají nemalé úsilí a veliké množství energie.

10. Odvaha

Jde o odvahu být odmítán a být menšinou v momentě, kdy člověk přijde s originální myšlenkou. Za zdroj takové odvahy lze považovat lásku a přesvědčení o své práci.

Další typické vlastnosti kreativních lidí

Dacey [7] dále uvádí, na základě analýzy děl různých autorů, výčet dalších rysů tvořivé osobnosti, které se již nevztahují přímo k samotnému tvůrčímu procesu. Tvořiví lidé...

- ... jsou vnímavější vůči existenci problémů
- ... mají mírně větší sklony k emočním poruchám, zároveň ovšem disponují vyšší schopností sebeovládání
- ... dokážou být ve svém myšlení analytičtí i intuitivní.
- ... zpravidla nedosahují velmi vysokých hodnot IQ.
- ... jsou otevřenější vůči zkušenostem a novým informacím.
- ... cítí zodpovědnost za většinu z toho, co se jim stane.
- ... rádi si hrají.
- ... častěji se zabývají samostatnými činnostmi, obzvláště v dětství.
- ... častěji zpochybňují status quo.
- ... jsou více nezávislí na mínění druhých.
- ... méně se bojí vlastních podnětů a skrytých emocí.
- ... rádi sami plánují a sami se rozhodují.
- ... neradi pracují s druhými lidmi.
- ... jsou optimističtí vůči složitým komplexním úkolům.
- ... často trvají na svém i navzdory kritice druhých.
- ... nejsou nezbytně nejlepšími studenty.

Vědci se dále v různých výzkumech zabývali biologickými faktory ovlivňujícími tvořivost jedince. Zkoumali vliv pohlaví, inteligence, pravolevé orientace a dalších faktorů, které by mohly míru kreativity ovlivnit. Výsledky ovšem neoznačily žádný z těchto faktorů jako ukazatel biologických dispozic kreativity.

2.6.2 Vztah tvořivosti a inteligence

Při studiu vlastností tvůrčích jedinců se přímo nabízí otázka, zda míra kreativity souvisí s inteligencí. Závěry výzkumů mohou znít překvapivě – tvořivost je vlastností jedince nezávislou na jeho inteligenci. Ačkoli bychom očekávali přímou úměrnost mezi hodnotou IQ a mírou tvořivosti, běžné hodnoty inteligence podle těchto výzkumů postačují k vysoké úrovni kreativity. Bylo zjištěno, že v případě hodnoty IQ nad 120 neexistuje prokazatelný vztah mezi kreativitou a inteligencí. Pro vysokou míru tvořivosti není nezbytná mimořádná inteligence, ta může být v některých případech dokonce na překážku [7]. Zajímavý výzkum porovnával děti s různou mírou tvořivosti a inteligence v jejich studijních, psychologických a sociálních dovednostech. Výsledky lze shrnout takto [12]:

- **vysoká tvořivost + vysoká inteligence** – ideální případ, děti mají nejlepší předpoklady uspět a prosadit se v sociálním prostředí.
- **vysoká tvořivost + nízká inteligence** – konflikty se sebou a svým okolím, děti podle výzkumů často trpí pocity méněcennosti.
- **nízká tvořivost + vysoká inteligence** – školní úspěch a ocenění je pro takové dítě na prvním místě, dítě je na úspěchu ve škole prakticky závislé a případný neúspěch je schopno vnímat jako katastrofu.
- **nízká tvořivost + nízká inteligence** – žák je ve škole spíše zmatený, často se uchyluje k obranným reakcím, jako je pasivita nebo v krajním případě k psychosomatickým poruchám.

2.7 Vnější faktory ovlivňující rozvoj kreativity jedince

2.7.1 Vliv sociálního prostředí na rozvoj tvořivosti

Vliv rodiny

Výzkum v oblasti vlivu sociálního prostředí na kreativitu jedince provedl Dacey [7], jenž uvádí, že důležitým činitelem – s velikou pravděpodobností tím nejvlivnějším – z hlediska rozvoje tvůrčích schopností jedince, je **rodina**. Výzkum, který provedl, měl za cíl nalézt společné znaky u rodin tvořivých lidí. Výsledky mimo jiné ukazují, že...

- ... rodiče tvořivých jedinců se od dětství snaží podporovat tvořivé projevy svých dětí.
- ... rodiče mají často netradiční zaměstnání a neobvyklé koníčky, které jejich děti navíc často sdílejí.
- ... rodiny žijí v odlišných typech bydlení, vyznačujících se netradičním exteriérem i interiérem.
- ... důležitou úlohu v rodinách kreativních lidí hraje žertování, legrace a hravost.

Tyto závěry svědčí podle mého názoru o tom, že samotná rodina a rodiče tvořivých lidí vykazují značnou míru kreativity. Nezodpovězenou otázkou v tuto chvíli zůstává, zda je tvořivost přenášena z rodiče na dítě procesem dědičnosti či dobrým příkladem a vytvořením vhodného podpůrného prostředí. Zajímavé je, že rodiny kreativních jedinců se ve stejném výzkumu zároveň shodují na zanedbatelném vlivu školy na tvořivost svých dětí [7].

Vliv širšího sociálního prostředí

Sociální skupina, v níž se jedinec nachází, ovlivňuje, především v období dospívání, jeho hodnotový systém a zájmy. Nejdůležitějším faktorem rozhodujícím o tom, jestli budou tvořivé schopnosti jedince vlivem jeho sociálního prostředí podporovány nebo naopak utlumovány, je, nakolik toto prostředí přijímá a oceňuje projevy jeho kreativity. Pokud se vysoce kreativní jedinec nachází ve společnosti lidí, kteří jsou schopni rozumět mu a akceptovat jeho vlastní svět, bude se cítit příjemně bez potřeby plýtvat čas a energii na svou obranu. Může si pak dovolit být tvořivý a nekonformní bez neustálé defenzívy a bez obav z odmítnutí nebo výsměchu. V přijímajícím sociálním prostředí je kreativní jedinec méně úzkostný a jeho prvotním zdrojem motivace je uspokojení ze zkoumání a objevování, namísto snahy vyhýbat se úzkosti. V těchto podmínkách dosahuje jedinec pocitu **psychologického bezpečí** (Rogers in [40]). Teprve tehdy, cítí-li se jedinec psychologicky bezpečný, neobává se rozvíjet své divergentní myšlenky a stává se **psychologicky svobodným**. Psychologická svoboda je výsledkem psychologického bezpečí.

„K rozvoji kreativity potřebujeme přátelštější a oceňující prostředí povzbuzující ke kreativním činnostem.“ [40]

2.7.2 Další faktory okolního prostředí ovlivňující rozvoj kreativity

Již jen pro úplnost uvádíme s odkazem na výzkumy Daceyho [7] další faktory, jež mají vliv na budoucí rozvoj kreativity. Patří mezi ně:

- hodnotná strava.
- hladina hluku – přičemž příliš mnoho hluku působí negativně, stejně, jako přílišné ticho. Pozitivní účinek může mít modulovaná hudba.
- kladně působí pastelové barvy místnosti a mírné pohyby osob pečujících o dítě.

2.8 Rozvoj tvořivosti

Studovat život a dílo vysoce kreativních lidí je fascinující. V pedagogice si ovšem klade me vyšší cíle, než jen obdivovat skvělé osobnosti. Rádi bychom v našich školách a ve výchově dětí pomáhali „obyčejným“ lidem prožívat radost z jejich kreativity a učili je řešit problémové situace samostatně a kreativně. Vědci se naštěstí shodují v tom, že kreativitu je možné systematicky trénovat a rozvíjet, byť každý jedinec je, zdá se, disponovaný k dosažení různé úrovně tvořivosti. Každý jedinec je ale schopen dosáhnout úrovně kreativity dostačující k úspěšnému tvůrčímu řešení běžných problémů jak v osobním tak pracovním životě. Vroze- né jsou jen určité hranice tvořivého chování člověka, které vymezují minimální a maximální rozsah. Základní předpoklad ke kreativitě má ovšem každý člověk [29]!

Jakým způsobem ovšem efektivně přispět tomuto osobnímu rozvoji? Na tuto otázku neexistuje jednoznačná odpověď (pokud by existovala, nemusela by vzniknout tato práce). Ve světě je známa celá řada programů pro rozvoj tvořivosti. Tyto programy využívají podobné principy a východiska, opakují se v nich obdobné metody a cvičení. Většinou se jedná o problémové úlohy, neobvyklé vidění věcí, cvičení na rozvoj fantazie, brainstorming (viz kapitola 2.12.2), divergentní úlohy, úlohy produkčního charakteru, heuristika apod. [15]. Petrová [33] například navrhuje cvičení na rozvoj jednotlivých prvků tvořivosti, jak byly popsány v kapitole 2.4 (viz tabulka 2.1).

Složka tvořivého myšlení	Příklad cvičení na její rozvoj
Flexibilita	K čemu jinému než k zamykání lze použít klíče? Uveďte co nejvíce možností.
Originalita	Uveďte osobité použití klíče, na které dosud nikdo nepřišel.
Elaborace	Vypracujte návod, jak použít klíče k měření délek.
Redefinice	Upravte klíč tak, aby se dal použít zároveň jako otvírák konzervy.
Fluence	Podnětem je slovo klíč. Uveďte vše, co se vám vybaví, slyšíte-li slovo klíč.

Tab. 2.1: Trénink jednotlivých složek kreativity [33]

2.8.1 Ontogeneze lidské tvořivosti

Dacey [7] v odkazu na svůj výzkum kreativních jedinců uvádí zajímavou informaci. Mnozí ze zkoumaných lidí hovořili o rozhodujícím období svého života, kdy bylo jejich myšlení v neobvyklé míře otevřeno změnám. Pokud v takovém okamžiku nastaly ty správné okolnosti, podnítilo je to k větší představivosti v uvažování a v ochotě víc riskovat v následném konání.

Na základě zmíněného výzkumu Dacey stanovil šest klíčových období ve vývoji osobnosti pro rozvoj kreativity, přičemž pravděpodobnost podstatného přínosu v každém dalším období klesá:

1. prvních pět let života
2. počáteční léta dospívání (10 – 14)
3. raná dospělost (~ 20)
4. věk od 29 do 31
5. začínající 40
6. od 50 do 60

Pro potřeby této práce má klíčový význam druhé z uvedených období. Zatímco první období je téměř výhradně pod kontrolou rodičů a rodiny a další období spadají do dospělosti, období 10 – 14 let věku se překrývá s obdobím povinné školní docházky na druhém stupni základní školy. Dacey navíc své dělení upřesňuje a dodává, že skutečná kreativita začíná ve

věku kolem deseti let, kdy poznávací procesy začínají účinkovat na zralejší úrovni.* Právě toto období je tedy, zdá se, zásadní a citlivé pro rozvoj tvůrčích schopností ve školní výuce. Nutí mě to uvažovat o skutečnosti, že v praxi požadavky tradiční výuky na tvořivost žáka právě v tomto období naopak klesají a narůstá faktografická složka vzdělání. V tvůrčím procesu není sice množství informací na překážku, ale současně platí, slovy Votruby, že „chceme-li naučit příliš mnoho, trpí samostatné přemýšlení a jeho převádění do skutků. Škola se stává paradoxně překážkou rozvoje tvůrčích schopností a dovedností žáka. Návyk učit se a nepřemýšlet a nehledat nové se později obtížně odstraňuje [51].“ Radikálního zlepšení je podle Pietrasinskiho [37] možno dosáhnout vytvořením objektivních předpokladů k „nahrazení didaktiky paměti didaktikou myšlení“. Věřím, že právě tato změna paradigmatu je klíčovým úkolem moderního vzdělávání.

2.9 Diagnostika tvořivosti

Problematiky měření tvořivosti se v této práci dotknu skutečně pouze okrajově. Poukázat chci především na těžkosti, které s sebou diagnostika tvořivosti přináší. K měření kreativity je dnes využíváno několik přístupů a každý z nich má své příznivce, ale i své kritiky.

Druhy testů kreativity podle svého zaměření [34]:

1. Měření divergentního myšlení
2. Autobiografické dotazníky
3. Měření výsledků tvůrčích produktů
4. Aplikace kritérií tvořivosti a jejího měření na bázi reálných životních situací

Torrance (in [40]) uvádí příklad testů či testových položek na měření divergentního myšlení:

- Testovaný je požádán, aby uvedl všechna možná použití běžného předmětu, jakým je například cihla. Výkon testované osoby je přitom skórován s ohledem na množství různých použití a kategorií možných užití.

* Ačkoliv zároveň Dacey připouští, že kolem puberty může nastat v oblasti rozvoje kreativity jakési „mrtvé období“.

- Testovaná osoba je hodnocena podle množství asociací vytvořených k danému slovu.
- Testovaný jedinec je požádán, aby na základě předložených informací formuloval co nejvíce otázek, úloh či hádanek. Testovaný může také vymýšlet co nejvíce otázek k předloženému obrázku.
- Test „neobvyklých užití“ požaduje od testované osoby navrhnout co nejvíce netradičních využití běžných předmětů (hračka, plechovka, kniha,...).

Uvedený seznam pochází z roku 1962. Torranceho test kreativity, který navazuje na zmíněné testy divergentního myšlení, dodnes aktualizovaný, patří mezi nejkomplexnější a neobjektivnější test kreativního myšlení. Torranceho test se opírá o měření skóre v jednotlivých komponentách tvořivosti – fluence, flexibilita, senzitivita, originalita, redefinice, elaborace (kapitola 2.4). Dále je rozdělen na část verbální, v němž testovaná osoba pracuje s textem a část figurální, v níž pracuje s obrázky. Blíže k Torranceho testu kreativního myšlení pojedná například Hlavsa a Jurčová [16].

Základní otázkou ovšem je, zda vůbec může být tvořivý proces testem vyvolán [29], zejména nejsou-li zajištěny nezbytné podmínky. Protože k řešení problémů a k projevům tvořivosti je nezbytná silná motivace, je na místě též pochybnost, mohou-li testy potřebnou motivaci zajistit. Dále je otázkou, nakolik je řešení testovaných úkolů ovlivněno určeným časovým limitem, tvůrčí proces totiž nelze většinou jednoznačně časově vymezit [29]. Jurčová (in [34]) navíc upozorňuje, že některé testy měří pouze některou ze složek kreativity, viz například testy zaměřené na měření divergentního měření.

Protože se tato práce zabývá rozvojem kreativity ve školní výuce, je otázkou, jaké nástroje k diagnostikování žákovy tvořivosti má k dispozici učitel (lze se domnívat, že učitel nebude v běžné výuce využívat standardní psychologické testy kreativity). Maňák [29] v tomto případě předpokládá využití všech dostupných diagnostických metod, se kterými učitel běžně ve výuce pracuje – pozorování, беседа, rozbor dokumentů a výsledků žákovy činnosti, školní hodnocení, rozhovor s rodiči, hospitace atd.

2.10 Bariéry tvořivosti

Velice důležitou kapitolou v otázkách kreativity a jejího rozvoje je problematika bariér, které musí tvořivý jedinec překonávat. Odstranění bariér tvořivosti souvisí velice blízce s vytvářením vhodných podmínek pro tvůrčí práci. Abychom mohli úspěšně využívat metod rozvoje tvořivých schopností, musíme nejprve odstranit překážky tvořivé práce. Proto je znalost těchto bariér stejně důležitá, jako znalost metod rozvoje tvořivosti. Honzíková [15] se uvádí ve své práci následující překážky tvořivosti (některé z nich jsou vztažené přímo ke školní výuce):

- Překážky v oblasti informací – nedostatek potřebných informací
- Překážky v oblasti mimorozumových složek – emotivní reakce, př. strach udělat chybu, selhat, riskovat, neschopnost relaxovat atd.
- Překážky v oblasti zaměření činnosti – překážkou při vyhledávání nových řešení a realizaci originálních nápadů je v tomto případě konformita a některé společensky přijaté názory, jako například, že řešení problému je vážná věc, ve které není místo pro humor a hravost, že fantazie je ztrátou času atd.
- Překážky v oblasti časového průběhu – 45 minut vyučovací hodiny bez možnosti pokračování je příliš málo
- Překážky v oblasti osobnosti řešitele – nízká odolnost vůči zátěži, neurotické reakce – řešením je dostatečná motivace řešitele
- Překážky v oblasti zpětné vazby – neschopnost hájit své názory a zároveň i přijímat kritiku. Autorka v tomto případě upozorňuje na potřebu vnímat názory ostatních, nikoliv kritizovat a v případě neúspěchu hledat příčinu selhání.
- Oblast heuristických postupů – stereotypní činnosti během vyučování, které učitel nemění pro jejich osvědčenost – důležité vést děti k využívání analogií a schopnosti pozorovat, srovnávat, zařazovat pokusnické činnosti
- Oblast neurofyzilogických faktorů – pomalé reakce a nevyrovnanost při práci – tyto vlastnosti lze a je nutné trénovat.

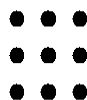
V prostředí školní výuky definuje Maňák [30] typické školské překážky tvořivosti. Řadí mezi ně:

- Orientaci na úspěch
- Konformitu se skupinou
- Zákaz otázek
- Zdůraznění role pohlaví – zbytečně se rozlišují činnosti mužské od ženských
- Rozlišování práce a hry
- Preferenci konvergentních úloh
- Autoritářství
- Nízkou tolerance vůči selhání
- Práci pod tlakem
- Nedostatek sebekázně
- Preferování usedlého učení
- Zanedbávání motivace

„Samostatná a tvořivá práce vyžaduje pohodu, důvěru, odstranění napětí a také dostatek času pro přemýšlení a prožívání.“[30]

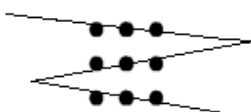
Překážkami tvořivosti se zabývá celá řada autorů. Bakalář [2] například analyzuje příčiny neúspěchu při řešení tvořivých úloh:

- Těžkosti ve vymezení problému – nebude-li problém izolován, nemůže být ani správně řešen – potíže s izolováním problému mají svou příčinu často v tendenci věnovat minimum úsilí na vymezení problému, jen aby se co nejdříve začalo pracovat na důležitém úkolu „vyřešit“ problém.
- Neschopnost vidět problém z různých hledisek
- Vidění toho, co očekáváte, že uvidíte – stereotypie (na tomto principu fungují některé optické klamy)
- Tendence vymezit problém příliš úzce. Tento problém demonstruje autor na následujícím příkladu [2]:
 - o **Úkol:** Spoj devět koleček na obrázku (obrázek 2.1) jedním tahem použitím co nejmenšího počtu čar (méně než pěti).



Obr. 2.1: Zadání úkolu.

K úspěšnému vyřešení je nezbytné překonat tendenci k příliš úzkému pojetí problému – překonat prostorové ohraničení tvořené kolečky – a odpoutat se od myšlenky, že čára musí nutně procházet středem kolečka. Možné řešení, při kterém bylo použito dokonce pouze třech čar, je na obrázku 2.2. Bakalář ve svém díle nabízí dokonce řešení, při kterém je použita pouze jedna čára!



Obr. 2.2: Možné řešení předchozího úkolu.

Autor dále ovšem připomíná, že v praxi bývá většina problémů ve svém zadání vymezena spíše nadměrně.

2.11 Vztah motivace a tvořivosti

Motivace hraje ve vývojových procesech tvořivosti žáků významnou roli. Nejdůležitější funkcí motivace je především řízení pozornosti [26]. Významný vztah existuje především mezi vysokou úrovní **vnitřní motivace** činnosti a tvořivosti, vnější motivace může naopak působit negativně, zejména když neodpovídá požadované úrovni tvořivého výkonu [26]. Očekávání velké odměny může odvracet pozornost od řešení úlohy – strach riskovat ztrátu odměny hledáním nejistého řešení. Prostředí, ve kterém žáci nemají strach z hodnocení jejich výkonu, bude podporovat rozvoj tvořivosti v jejich činnosti. Problematikou motivace v prostředí školní výuky se dále zabýváme v kapitole 3.5.

2.11.1 Prožitky „flow“

Silnou vazbu k vnitřní motivaci mají zvláštní typy prožitků, které Csikszentmihalyi [5] označil jako **Flow** (flow experiences). Pojem „flow“ použil autor po sadě rozhovorů s lidmi

věnujícími se různým **autotelickým** aktivitám (řecký výraz pro aktivitu, jenž je **sama sobě cílem**). Dotazované osoby ve všech případech popisovali svůj skvělý pocit v okamžiku, když se jim v jejich aktivitě daří a mnozí při tom shodně použili metaforu proudu vody (flow), který jako by je unášel bez jakéhokoliv úsilí. Csikszentmihalyi charakterizuje flow jako subjektivní stav, který lidé popisují, jsou-li do své činnosti zapojeni do té míry, že zapomínají na čas, únavu a cokoliv dalšího kromě činnosti samotné. Je to ten pocit, který zažíváme, když čteme dobře napsanou knihu, nebo hrajeme zábavnou hru (nebo se nám například daří řešit složitou matematickou úlohu). Charakteristickým znakem flow je pozornost plně zaměřená na prováděný úkol a maximální zapojení veškerých duševních a fyzických funkcí. Dále autor uvádí několik znaků, které jsou typické pro aktivity vedoucí k flow:

1. Každý krok má jasně definované cíle – na rozdíl od každodenního života v práci nebo doma, kde se musí člověk často potýkat s protichůdnými požadavky, kdy není jasné, co se od něho očekává, během flow jedinec vždycky přesně ví, co se musí dělat.
2. Jedinec má během své činnosti okamžitou zpětnou vazbu.
3. Výzvy jsou v rovnováze se schopnostmi jedince. „Hrát šachy nebo tenis proti mnohem silnějšímu soupeři vede k frustraci, proti mnohem slabšímu k nudě.“
4. Pozornost je, na rozdíl od řady každodenních činností, zaměřená na prováděnou aktivitu.
5. Rušivé vlivy jsou zcela vyloučeny z vědomí.
6. Jedinec nemá obavy ze selhání. Důvodem je naprostá koncentrace na prováděnou činnost a zmíněná rovnováha mezi výzvami a schopnostmi.
7. Jedince nezajímá, jak se jeví svému okolí, necítí potřebu dělat dojem a nezajímá se o případný výsměch.
8. Ztrácí se pojetí času.
9. Aktivita se stává autotelickou (viz výše). Neexistuje jiný důvod pro její vykonávání, než pocit, který aktivitu provází. Autotelickou aktivitou může být četba knihy, poslech muziky, sport aj. Většina aktivit v každodenním životě je charakterizována jako

exotelická: Jedinec je nevykonává pro svou zábavu, ale pro určitý cíl, ke kterému vedou.

Skutečnou tvůrčí činnost lze charakterizovat jako činnost autotelickou, tvořivý jedinec ji nevykonává pro dosažení určitého cíle, ale pro své potěšení. Čas strávený činností je irelevantní, pozornost je zcela zaměřená na tuto činnost! Tvůrčí činnost tedy vede k pocitům flow a stává se sama sobě silnou motivací!

Domnívám se, že ze všech oborů lidské činnosti, v nichž lze podle Csikszentmihalyiho dosáhnout tohoto typu požitků, je nejméně snadné setkat se s nimi právě ve výuce, kde je činnost žáka zpravidla řízená „zvenčí“ učitelem. Žáka vnitřně motivovaného tímto způsobem považuji za ideál, ačkoliv věřím, že určitá část žáků, dojde-li k souhře vhodných okolností, může při smysluplné tvůrčí činnosti tohoto stavu dosáhnout. Myslím si, že podobného stavu lze též dosáhnout u žáka, který prožívá úspěch při řešení úlohy, která je subjektivně považována za složitou.

2.12 Tvůrčí řešení problémů

Tvořivé či kreativní řešení problémů je termín často používaný především v oblasti technické tvořivosti. Představuje určitý užší pohled na problematiku tvořivosti. Je zde kladen důraz více na schopnosti a dovednosti jedince řešit problém metodami tvořivého řešení, tedy na heuristickou složku kreativity (viz kapitola 2.4). To ovšem neznamená, že imaginativní složka tvořivosti (fantazie, intuice) zde hraje méně důležitou roli.

Kognitivní proces řešení problémů býval v učebnicích psychologie a pedagogiky (například v díle zakladatele americké pragmatické pedagogiky Johna Deweye) samostatnou kapitolou. Tvořivost byla v té době zmiňována především ve smyslu umělecké tvorby. J. P. Guilford [13] ale později upozornil, že téma kreativity a řešení problémů má tolik společného, že je lze považovat za tentýž fenomén. Upozornil, že ve skutečném procesu řešení problémů je vždy obsaženo něco kreativního a opačně kreativní produkce je typicky užívána jako prostředek k řešení nějakého problému.*

* Obdobně například Bakalář [2] uvádí, že proces tvořivého myšlení v sobě neskrývá z hlediska fungování psychiky žádné odlišnosti od obecného procesu řešení problémů.

2.12.1 Proces tvůrčího řešení problému

Guilfordův operační model řešení problému

V literatuře se objevují různé fáze tvůrčího procesu či procesu řešení problému. Všechny tyto modely jsou prakticky obdobné. Obsahují fázi, kdy je pocíťován problém, v dalším kroku je navrhováno a ověřováno řešení a je-li řešení akceptovatelné, je přijato.

Guilford [13] ve své práci srovnává fáze řešení problémů podle Deweye z roku 1910 a fáze kreativní produkce podle Rossmana z roku 1931.

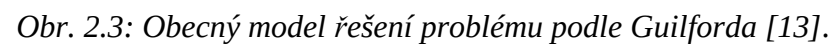
Fáze řešení problémů podle Deweyho (in [13]):

1. Je pocíťována potíž.
2. Problém je lokalizován a definován.
3. Jsou naznačena možná řešení problému.
4. Jsou zvažovány důsledky.
5. Řešení je přijato.

Fáze kreativní produkce podle Rossmana (in [13]):

1. Objevení obtíže či potřeby.
2. Formulace problému.
3. Objevení potřebných informací.
4. Formulace řešení.
5. Kritické posouzení navrhovaného řešení.
6. Formulace nových myšlenek.
7. Nové myšlenky kriticky ověřovány a přijaty.

Podobnost mezi oběma modely je zřejmá na první pohled. Guilford zdůrazňuje, že není fáze v Deweyho modelu, která by neměla svou paralelu v Rossmanově modelu. Na základě studia těchto tradičních modelů a struktury intelektu navrhuje Guilford [13] **obecný operační model řešení problémů** (viz obr. 2.3).



Model je uvažován jako komunikační systém obsahující jednak vstupy z prostředí, ve schématu označovány jako E (environment), tak z jedince samotného, ve schématu označováno jako S (soma), které je spojeno s individuálními dispozicemi, motivací a emocionální kondicí jedince (ve schématu dodržují označení v souladu s originálním autorovým dílem). Směr toku informací je znázorněn šipkami, jež vedou někdy jednocestně, jindy obousměrně. Hlavní časová sekvence je znázorněna linií vedoucí zleva doprava počínaje Vstupem I zcela vlevo. Celé schéma podkládá blok paměti (dlouhý obdélník v dolní části), v němž jsou uvedeny jednotlivé kategorie informací uložených v paměti v různých oblastech mozku. Šipky spojující paměť se všemi dalšími operacemi znázorňují význam paměti v celém procesu. Šipky vedoucí směrem k paměti znázorňují určitý stupeň vyhledávání vhodných informací v paměti a zároveň, v případě kognice a produkce naznačují ukládání nových či modifikovaných informací zpět do paměti. Některé cesty z bloku paměti směrem k centrálním aktivitám vedou skrze evaluaci, která zastupuje filtrační funkci. Některé cesty vedou přímo a blok evaluace obcházejí. Tyto znázorňují stav odloženého úsudku (suspended judgement), citové výlevy mentálně nevyrovnaných jedinců, popřípadě sny. Evaluace je ve schématu rozložena tak, aby mohly být informace testovány ve všech krocích. Určitý druh hodnocení (evaluace) je obsažen ve fázi filtrování, kde popisuje selektivní funkci filtračního mechanismu. Není zcela zřejmé, zda je hodnocení v této fázi stejného charakteru jako evaluace v souvislosti s kognitivními procesy a produkcí. Guilford ke schématu navíc dodává, že zde chybí vztah znázorňující případné ovlivňování paměti hodnotícími operacemi, ačkoliv by tento vztah mohl být zaznamenán pro zohlednění případné represe jakožto psychoanalytického fenoménu. Evaluační proces by v takovém případě plnil funkci cenzury. Vstupy II a III zohledňují možnost vyhledávání informací jedincem ze svého okolí, což je znázorněno šipkami stoupajícími směrem ke vstupu, a zároveň slouží k zohlednění jakéhokoliv náhodného vstupu zvenčí, k němuž může dojít v okamžiku kdy probíhající kognitivní operace. Takový vstup je opět filtrován a hodnocen (Guilford upozorňuje na fakt, že schéma je zde pro zachování názornosti zjednodušeno). Výstupy představují místa, v nichž může dojít k ukončení procesu. Autor prvním třem výstupním místům přiřazuje následující význam:

ČÍSLO VÝSTUPU	PŘÍČINA UKONČENÍ PROCESU
I	Jedinec problém ignoruje či odmítá.
II	Jedinec vnímá problém jako nedůležitý nebo neřešitelný.
III	Jedinec mohl dosáhnout uspokojivého výsledku.

Tab. 2.1: Význam jednotlivých výstupů v Guilfordově operačním schématu řešení problému [13].

Guilford dále upozorňuje na důležitou vlastnost schématu, jež umožňuje se v jakémkoliv místě produkce či kognice vrátit skrze smyčku jdoucí přes paměť a evaluaci zpět do některé z předchozích fází a zahrnout do procesu zpětnou vazbu. Tato vlastnost umožňuje určitou flexibilitu v rámci celého procesu, jež chyběla ve starších modelech, ačkoliv někteří zkoumaní vynálezci shodně poukazovali na fakt, že posloupnost jednotlivých kroků uváděná starými modely není vždy ve skutečném procesu dodržována (Patrick; Vinacke in [13]). Poslední poznámkou autora k operačnímu schématu je, že ve schématu není nijak řešen rozdíl mezi konvergentní a divergentní produkcí. Ve skutečnosti jsou v každé fázi produkce zahrnuty oba druhy myšlení.

Tento Guilfordův považuji za nejkomplexnější model řešení problémů a model tvůrčího procesu vůbec. Chybí zde zdůraznění jedné fáze řešení, o které hovoří někteří autoři a kterou literatura označuje jako fázi či období **inkubace**.

Období inkubace

Představuje fázi „přemýšlení“ o problému, které je ovšem zpravidla nevědomé. O této fázi „mentální inkubace“ se toho ví velmi málo, přesto je ovšem pro tvůrčí proces velmi důležitá. Je nutné si uvědomit, že základní tvůrčí proces zahrnuje i podvědomé pokračování v činnosti. Není-li řešení problému nenadálé, je potřeba považovat inkubaci za užitečnou (ne)činnost [51]. V procesu tvůrčího řešení problémů je nezbytně nutné s touto fází počítat a poskytnout pro ni prostor a to i přesto, že si samotný řešitel neuvědomuje, že v jeho podvědomí takový proces stále probíhá.

2.12.2 Heuristika

Termín **heuristika** je definovaný jako **metodologie tvořivého řešení problémů** [15]. Název je odvozen od starořeckého výrazu „heureka“ – objevil jsem. Pro 20. století je charakte-

ristický masivní technický rozvoj živený silným konkurenčním bojem (mezi firmami i mezi zeměmi). Dobrý nápad může v takové situaci zajistit náskok nad konkurencí. Protože přirozeně vysoce kreativních lidí není v žádném oboru dostatečně velké množství, začaly postupně vznikat nové metody pro zvýšení efektivity tvůrčího řešení a tím podporu a rozvoj kreativity. V následující části uvádím příklady některých konkrétních metod kreativního řešení problémů.

Některé heuristické metody

Mnohé z představovaných metod jsou přejaty z technických oborů, kde slouží jako prostředky řešení reálných konstruktérských a designérských problémů. Většina z nastíněných metod jsou metody kolektivní, tedy probíhající v řešitelských týmech tak, jak je to dnes ve vědecko-technických oborech běžné.

Strategie podnětných otázek (tzv. sokratovské otázky): pomocí souboru otázek je podněcována mnohostranná myšlenková aktivita řešitelů. Cílem je omezit živelnost, jednostrannost a stereotyp ve prospěch tvořivosti a soustavnosti [51].

Synektika: Vychází z předpokladu, že tvořivá činnost je nejen racionální, ale i emocionální [26]. Účastníci skupiny volně diskutují, jakoby „seděli u kávy.“ Vládne pohoda, všichni se vyjadřují k různým okolnostem a hlediskům řešeného problému, aniž by chvátali s jeho vyřešením. Originalita myšlení se projevuje mj. v hledání analogií a v metaforickém vyjadřování.

Brainstorming: Název brainstorming ve volném překladu znamená burza nápadů. Tato metoda vznikla v USA v době před 2. světovou válkou v oblasti reklamy, kde šlo o vymýšlení reklamních sloganů – o volnou asociaci nápadů. Záměrem této metody je především oddělit samotné vymýšlení nápadů od jejich kritického posuzování a následného zpracování. [46]. Šťáva [46] popisuje jednotlivé etapy metody:

V první etapě jde o hravé vymýšlení jakýchkoliv nápadů souvisejících s řešením úkolu nebo problému. Provádí se v menších skupinkách. Prvořadým cílem je vyprodukování co největšího množství originálních a nosných nápadů.

Druhá etapa (detailní zpracování nápadů) se pak vyznačuje potřebou logického uvažování při třídění navržených nápadů. Tato etapa je relativně náročná na čas, trpělivost a energii, ale především také na motivaci a samotnou tvořivost.

Pravidla pro průběh brainstormingu [46]:

- Brainstorming děláme pro vzájemnou inspiraci, popust'me uzdu fantazii.
- Čím více nápadů, tím lépe, zvětšuje se tak pravděpodobnost nalezení optimálního řešení.
- Zapisujeme každý nápad, i když sebnaivnější, protože může inspirovat ostatní. Různost pohledů je cílem.
- Každý nápad napíšeme na zvláštní lístek, čitelně a hůlkovým písmem, protože s nimi budeme dále pracovat.
- Brainstorming není debata, ale chrlení nápadů.
- Humor je vítán, agrese ne.

Závěrem dodává Šťáva několik metodických poznámek pro organizaci brainstormingu: Chceme-li použít metodu brainstormingu, potom sestavíme skupinu, která brainstorming provede, přičemž se za optimální počet považuje 3 – 12 lidí. Nemusí to být nutně ti, kteří potom provedou konečné zpracování jednotlivých nápadů. Dále je třeba zvolit nebo jmenovat vedoucího, jehož úkolem je střežit dodržování pravidel a dále zodpovídá za produktivitu skupiny. Současně je třeba všem členům skupiny oznámit, kolik času mají na řešení problému, což podle autora zvyšuje vnitřní nasazení účastníků.

Velikým kritikem metody brainstormingu je Edward de Bono, který tuto metodu přirovnává k „poskakování opic po klavíru v naději, že složí symfonii“ [9]. De Bono kritizuje živelnost a nesystematičnost této metody. Zdůrazňuje, že, skupinové metody nemusí být vždy pro podporu tvůrčího výkonu nejvhodnější a že skupina může působit na výkon jednotlivce naopak rušivě. Domnívá se, že při řešení některých problémů bude jedinec úspěšnější, bude-li pracovat sám. Nemusí například namáhavě prosazovat své názory ve velké skupině.

HOBO metoda: Dle M. Boráka – metoda brainstormingu doplněná o čas na samostudium jednotlivých účastníků [15]. Přednáška zajistí základní informace, následujícím individuálním studiem se zpracují dílčí problémy a výsledky se písemně zaznamenávají. Dalším krokem je diskuse o problému systémem oponentury a následuje diskuse v plénu [48].

Delfská metoda: K problému se sestaví dotazník, který je rozeslán několika odborníkům. Každý z nich, nezávisle na ostatních, dotazník vyplní a vrátí zadavateli, který odpovědi zhodnotí a takto zpracovaný materiál vrátí respondentům pro druhé kolo ankety. Podle této zpětné vazby mohou, ale nemusí, experti svá stanoviska přehodnotit. Výhodou metody je, že se vylučuje vzájemné ovlivňování, kterému se někdy nevyhnou skupinové diskuse [51].

Metoda Phillips 66 – šest osob tvoří skupinu, která šest minut diskutuje o daném problému. Ze shromážděných účastníků je vytvořeno několik skupin, každá z nich má svého vedoucího. Všichni vedoucí se po 6 minutách shromáždí, každý přispívá svým dílem a diskutují o tom, jak by bylo možné problém řešit [48].

Metoda 635 – účastníci jsou rozděleni do šesti skupin nebo šest osob vytvoří skupinu. Každý z řešitelů zapíše do formuláře tři své návrhy a předá je dalšímu. Postupuje se ve směru hodinových ručiček tak, aby formulář obešel postupně všechny zúčastněné. Celá akce se nejméně pětkrát opakuje [48].

Kromě popsaných metod uvádí literatura další, které jsou ovšem často pouze kombinacemi a drobnými modifikacemi zmíněných metod.

Zásady tvůrčího řešení

Osvojení metod je pro úspěch tvůrčího procesu velmi důležité. Samotná znalost metodologie ovšem nezaručí úspěch při řešení konkrétního problému. Výše popsané metody zvyšují efektivitu tvůrčího procesu, dávají tvůrčímu procesu strukturu, podněcují tvořivost a poskytují prostor pro tvůrčí práci a vzájemnou spolupráci jednotlivců. Pomineme-li v tuto chvíli další vlivy na tvůrčí proces a překonávání bariér tvořivosti, o nichž jsme již pojednávali, pro nalezení nového řešení je ovšem dále nutné osvojit si určité zásady tvůrčího řešení.

Bakalář a Erazím [2] ve svém díle uvádějí několik zásad tvůrčí práce při řešení problémů. Součástí výchovy ke kreativnímu řešení problémů by mělo být, kromě poznání metody, osvojování těchto zásad. Autoři tyto zásady formulovali následovně:

- První nejlepší nápad bývá často poslední dobrý.
- Odbourejte předsudky, rozvíjejte svou fantazii.
- Řešit problémy je těžké, těžší je problémy vidět. Pietrasinski [37] k tomuto dodává: „Hlavní tajemství úspěchu je mnohdy ani ne tak v umění řešit problémy, jako spíše v umění objevovat je.“
- Buďte k sobě nároční! Sebeuspokojení nechte druhým.
- Nemějte strach z vlastních nápadů.
- Nezdržujte se s dobrými nápady. Jsou ještě lepší.

Tvůrčí zkušenost

S rostoucím množstvím vyřešených úloh vzrůstá suma nabytých zkušeností řešitele. Ovšem zatímco v jiných oblastech lidské činnosti je množství zkušeností výhodné, v případě tvůrčí činnosti tomu tak být nemusí. Minulá zkušenost může řešení problémů i ztěžovat, a to tehdy, je-li jednostranná a vytvoří-li se návyk řešit úlohy určitým způsobem, který se pro nové podmínky nehodí (např. [52][33]). Petrová [33] definuje tvůrčí zkušenost jako osvědčené a vyhovující postupy činností, které odpovídají vlastnostem tvůrce i druhům řešených problémů a upozorňuje, že se tato zkušenost může stát brzdou silou tvořivosti. Hovoří o tzv. **funkční fixaci**, kterou popisuje jako zvláštní druh návyku, který nám často ztěžuje vyřešení určitého problému. Nejsilnější je funkční fixace tehdy, tvrdí Pietrasinski [37], když máme objevit novou funkci předmětu bezprostředně poté, co jsme ho použili v původní funkci. Petrová [33] tento závěr objasňuje tak, že předměty, které nás obklopují, mají obvykle speciální poslání a my je v tomto smyslu používáme. Často nás vůbec nenapadne, že je můžeme použít jiným způsobem, odlišným od jejich obvyklého použití. Problém funkční fixace souvisí úzce s pojmem laterálního myšlení nebo „out of box“ myšlení, které byly diskutovány dříve (viz kapitola 2.3.3).

V návaznosti na problematiku funkční fixace upozorňuje Petrová [33] na nutnost existence určitého **provokativního podnětu**, jehož účelem je vytrhnout myšlení ze starých zaběhlých

cest, které jsou brzdou tvůrčích postupů – Petrová to vyjadřuje lapidárně: „Potřebujeme ránu, která nás vyrazí z našich navyklých vzorců myšlení.“

3 Tvořivost ve školní výuce

„Škole, která je hlavním článkem ve vytváření systému vědomostí a formování intelektuálních aj. dovedností, patří mezi výchovnými činiteli v rozvoji tvořivosti nejvýznamnější místo.“ (J. Semrád [41])

V předchozí kapitole jsem se pokusil o teoretický rozbor problematiky tvořivosti a možnosti jejího rozvoje. Uvedl jsem některé metody pro rozvoj kreativity a kreativního řešení problémů a nastínil problematiku diagnostiky kreativity. Následující kapitola se zabývá problematikou, na níž jsem v předchozí kapitole také několikrát narazil, a sice otázkou školní výuky a jejího vlivu na rozvoj tvořivosti žáka.

Období školní docházky je z pohledu rozvoje tvořivosti člověka jedním z klíčových období. Tento fakt, který jsem uvedl v předchozí kapitole (kapitola 2.9), je výchozí motivací pro celou kapitolu následující a vlastně pro celou tuto práci.

3.1 Vymezení kreativity ve školním prostředí

V této kapitole se seznámíme s částečně odlišným pojetím kreativity, jež se v prostředí školní výuky liší od obecného pojetí kreativity svým rozsahem a významem vzniklého produktu z pohledu širší společnosti. Jako kritérium novosti se ve vzdělávání považuje subjektivní novost, která nemusí být novostí z hlediska společnosti [27]. Význam kreativity ve výuce spočívá především v rozvoji osobnosti jedince a z tohoto pohledu je také posuzována. Hledíme na ní nejčastěji jako na přirozenou vlastnost člověka, nástroj jeho seberealizace a schopnost, kterou je nutno rozvíjet, připravovat pro ni vhodné podmínky a odstraňovat překážky jejího rozvoje [33]. Produkt pedagogické tvořivosti není cílem, nýbrž prostředek k posouzení vývoje tvůrčích schopností jedince.

3.2 Aktivita a samostatnost žáků jako předstupeň tvořivosti

Maňák [29][30] navrhuje posloupnost – **aktivita** → **samostatnost** → **tvořivost** – jako tři stupně angažovanosti a kvality žákovy činnosti, tedy vlastně fáze rozvoje tvořivosti žáka. Takové členění považuji za velmi šťastné a užitečné pro tuto práci, umožňuje totiž strukturovat tvořivou výuku a učitelé pomáhá jasně plánovat svou činnost tak, aby výuka směřovala k rozvoji kreativity žáka. Žák se z pasivního příjemce informací v tomto procesu postupně stává aktivním žákem, samostatným žákem a konečně kreativním žákem. Toto pořadí nelze porušit, na každou složku je nutné pohlížet jako na vývojový předstupeň další kvality.

Aktivita

Aktivita žáka je stav, kdy je tento žák přímo zapojen do konkrétní činnosti. Je opakem pasivity, se kterou se setkáváme v situacích, jakou je například učitelův výklad nového učiva. Smékal [45] upozorňuje nezávisle na Maňákovi na výsledky předběžných výzkumů, z nichž vyplývá, že učiteli se snáze daří rozvíjet samostatnost a tvořivost u žáků, pro něž je typická vyšší úroveň aktivity. Ostatní žáky je nutné předem vhodně aktivizovat.

Stupně žákovské aktivity:

1. Aktivita vynucená
2. Navozená – ve školní práci nejčastější, žáci se zapojují na pokyn učitele, důležitou roli zde hraje míra motivace
3. Nezávislá – vlastní zájem žáka o činnost
4. Angažovaná – silná aktivizace žáků, připravenost řešit problémy relativně samostatně a uvědoměle

Poslední stupeň aktivity žáka je předstupněm jeho samostatnosti.

Samostatnost

Samostatnost je chápána jako učební aktivita, při níž žáci získávají nové dovednosti a poznatky vlastním úsilím, relativně nezávisle na cizí pomoci a cizím vedení, a to zejména řešením problémů [29]. Žák je již schopen řešit problémy samostatně a do určité míry také problémy vyhledávat. Autor dále dodává, že zařazením samostatné práce do fáze osvojování si nového učiva přestává být vyučovací proces pouhým předáváním hotových poznatků, ale mění se v usilovné hledání a individuální poznávání nových faktů, v objevování světa v jeho

rozmanitých projevech, v odhalování vztahů, souvislostí a zákonitostí mezi pozorovanými jevy, v zajímavou cestu vlastní angažovanosti a aktivní účasti na osvojování a ovládání skutečnosti. Přitom prvním a nejdůležitějším rysem učební látky vhodné pro samostatnou práci žáků je přiměřený stupeň obtížnosti, novosti a problémovosti.

Pro lepší pochopení a správné strukturování metodiky samostatné práce uvádí Maňák [29] opět posloupnost vývoje žákovské samostatnosti:

Stupně samostatné práce žáků:

1. Žákovská samočinnost, učitel organizuje a řídí veškerou činnost.
2. Řešení drobných problémů – problémové otázky, heuristický rozhovor, žáci mají vymezený prostor v rámci svých sledovaných cílů.
3. Samostatnost v některých fázích řešení problému.
4. Relativní samostatnost v celém průběhu řešení problému – žáci pracují bez neustálého zasahování a pomoci.
5. Schopnost vidět problémy a samostatně je řešit – učitel nezasahuje přímo, případná pomoc je individuální.
6. Tvůrčí činnost – učitel podává podněty, rady, osobní příklad.

Tvořivost je pak chápána jako nejvyšší a nejuznávanější stupeň aktivity žáka [38].

3.3 Transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky

Rozdíl mezi tradiční výukou a výukou zaměřenou na samostatnou kreativní práci dětí lze popsat v termínech transmisivní (předávací) respektive konstruktivistické výuky.

Transmisivní vyučování – pojem lze ztotožnit s pojmem tradiční výuka. Transmisivní výuka je charakteristická přímým osvojováním nových znalostí. Žáci jsou přitom pasivními příjemci hotových poznatků. Hlavní výukovou metodou je zde výklad zpravidla v kombinaci s metodou názorně demonstrační [38].

Na tomto místě ovšem souhlasně s Pecinou [38] upozorňuji, že transmisivní přístup k výuce není možné zcela zavrhnout, neboť tvoří základ vyučovacího procesu. Pecina uvádí situace, ve kterých je transmisivní přístup k výuce přímo doporučován:

- Zprostředkování těžce pochopitelné látky, která vyžaduje širší znalosti i z dalších oblastí a odborných předmětů.
- Zprostředkování abstraktního nebo složitého učiva.
- V jazykové výuce k zprostředkování pouček a pravidel.

Konstruktivistické vyučování – zdůrazňuje proces **konstruování poznatku** učícím se žákem. Ten sám buduje nové poznatky během aktivní činnosti, při níž pracuje s předloženými informacemi i svými dosavadními znalostmi a zkušenostmi [38]. Konstruktivistická výuka tedy pracuje s „prekoncepty“ dítěte. Snahou je vyvolat vědomí problému a pocitu napětí mezi dosavadní představou a novou informací. V první fázi konstrukce poznání je žákovi předložen nový předmět či myšlenka, což vede k nerovnováze – žák zjišťuje, že tato nová informace není v souladu s jeho dosavadní zkušeností. V následující fázi má dojít k nastolení nové rovnováhy změnou dosavadního pojetí. Tato strategie odpovídá strategii problémové výuky, o níž je pojednáváno v kapitole 3.8.

Přes zdánlivé výhody konstruktivistického pojetí výuky je nutné upozornit na některé nedostatky. Především nám v současné době chybí dostatečné množství empirických výzkumů hodnotících přednosti tohoto přístupu – veškeré závěry prozatím vychází pouze z teorie. Základní otázkou je, zda nahrazením tradiční výuky konstruktivistickou výukou nedojde ke zhoršení studijních výsledků. Průcha (in [38]) odkazuje na výsledky mnoha srovnávacích studií z USA, které ukazují, že tradiční výuka je vhodnější k dosažení vyšší úrovně studijních výsledků, zatímco učební strategie odpovídající konstruktivistické výuce jsou vhodnější k rozvoji kreativity, samostatnosti, zvědavosti a pozitivního vztahu ke škole a učení.

V tuto chvíli ovšem současně vyvstává otázka, který z přístupů lépe odpovídá potřebám současné společnosti a života v ní. Domnívám se, že současný jedinec, jenž je denně zahrnován množstvím informací, se musí především naučit tyto informace kriticky a kreativně zpracovávat a musí být schopen z dostupných informačních zdrojů vyhledávat informace nutné k řešení vzniklých problémů.

3.4 Role učitele v procesu rozvoje kreativity

Osobnost učitele

Než se pokusím definovat základní požadavky na vlastnosti a dovednosti učitele v tvořivé výuce, uvedu dva citáty, které podle mého názoru dobře vystihují pozici učitele:

„Citlivé výhonky tvořivosti mohou vyrůst jen v připravené půdě. Úkolem pedagoga je vytvářet příznivé prostředí pro všechny žáky, poskytovat hojnost rozmanitých podnětů a příležitostí pro různé talenty a neustále hledat optimální metody výchovně vzdělávací práce.“

(J. Maňák [30])

„Učit je nemožné. Pokud jednoduše dáme dohromady to, co se očekává od typického učitele, a vezmeme v úvahu okolnosti, za nichž se má těmto činnostem věnovat, bude výsledný souhrn přesahovat požadavky, jakým je kterýkoli jedinec schopen dostát. Učitelé však přesto učí.“ (Lee Shulman in [7])

Škola jako výchovná a vzdělávací instituce plní svou funkci především prostřednictvím učitele. Ten stanovuje cíle vyučování, plánuje cestu k jejich dosažení, řídí průběh výuky, motivuje a hodnotí žáky. Určuje, co se bude při výuce dít a jaká bude činnost žáků. „Je pro žáky prvotním vzorem, se kterým přichází denně do styku. Svým chováním, jednáním, charakterovými vlastnostmi, způsobem myšlení a mluvy, odborností, postojem ke svému povolání, vztahem k lidem, ale například úpravou svého zevnějšku ovlivňuje žáky, aniž si je toho mnohdy vědom.“[33] Je zřejmé, že v procesu tvořivé výuky je jeho pozice nejen nezastupitelná, ale přímo klíčová. Požadavky kladené na učitele v tvořivé třídě jsou ovšem krajně náročné. Již nestačí tradiční nároky na učitelovu profesní výbavu, nové pojetí výuky staví před učitele úkoly nové. Tvořiví studenti toho požadují od učitelů více než studenti průměrní. Základní požadavky na učitele stanovil Smékal [45]:

- Učitel měl být systematick.
- Měl by být s to formulovat svá sdělení přehledným, jasným stylem.

- Závažná je osobnostní zralost a odolnost vůči zátěži, resp. vysoká frustrační tolerance.
- Neurotický učitel dokáže velmi rychle zneurotizovat mnoho dětí ve své třídě.

V tvořivé výuce množství požadavků vzrůstá. Učitel by měl znát problematiku tvořivosti, její psychologické základy a činitele podněcující její rozvoj. Petrová [33] tvrdí, že pro uplatnění tvořivého přístupu a vzniku tvořivé atmosféry ve vyučovací hodině je důležité, aby učitelé sami měli vlastnosti, které jsou příznačné pro tvořivé osobnosti, tedy aby sami byli tvořivými. Já se s tímto názorem ztotožňuji a generalizuji základní předpoklad tvořivé výuky: Tvořiví učitelé mají i tvořivé žáky!

Znaky tvořivého učitele

O vyjádření znaků tvořivého učitele se v naší literatuře pokusily mimo jiné Petrová [33] a Honzíková [15]. Na základě studia práce zmíněných autorek uvádím znaky kreativního učitele. Tvořivý učitel ...

- ... nepracuje tradičními autoritativními metodami, ale hledá a objevuje kreativní postupy a techniky.
- ... podněcuje učební iniciativu žáků.
- ... zajišťuje žákům příležitost k tvořivé práci.
- ... nežadá jednoznačné správné řešení problémů, naopak je podněcuje k vytváření alternativních řešení.
- ... podporuje žáky při překonávání frustrace a neúspěchu, nepotlačuje u žáků samostatnost a humor.
- ... vystupuje komunikativněji, dominantněji, projevuje větší intelektovou kapacitu a preference.
- ... má větší toleranci, větší škálu hodnocení, více se směje a mračí.
- ... klade častěji různorodé otázky, svůj výklad bohatě ilustruje a více s žáky jedná.
- ... projevuje se v činnosti dynamičtěji.
- ... oproti dogmatickým učitelům své žáky více chrání (zatímco dogmatickými učiteli je dávána přednost méně tvořivým žákům).

... podněcuje žáky k řešení problémů, vytváří ve třídě přátelskou atmosféru, nepřehání náročnost řešených témat, avšak ani nedemotivuje příliš jednoduchými úkoly.

... je otevřený vůči svému okolí, vnímá nové a komplexní problémy a vytrvale pracuje na jejich řešení. Je iniciativní, životaschopný, flexibilní, originální a schopen podstoupit rizika.

Smékal se naopak soustředil na ty vlastnosti učitele, které brání žákům v samostatnosti a tvořivosti [45]:

- učitel, který nezvládá žáky kázeňsky,
- učitel, který látku nevysvětluje, ale často diktuje i ve výchovných předmětech,
- učitel, který trvá při zkoušení na doslovném memorování,
- učitel, který nevyužívá signálních instrukcí nebo je formuluje neosobně,
- autoritářský učitel,
- restriktivní učitel,
- neurotický učitel,
- znechucený učitel – rutinér,
- učitel s jednostranně kriticky hodnotícím postojem k žákům.

3.5 Motivace žáka k učení

Motivace žáka k učení neboli jednoduše důvody, proč se žáci mohou chtít učit. Velmi výstižně je ve své práci formuloval G. Petty [32].

Žáci se podle něho mohou chtít učit proto, že ...

- ... věci, které se učí, se jim mohou hodit.
- ... kvalifikace, kterou studiem získají, se jim hodí.
- ... při učení mají dobré výsledky a tento úspěch jim zvyšuje sebevědomí.
- ... když se neučí, má to nepříjemné důsledky.
- ... věci, které se učí, jsou zajímavé a vzbuzují jejich zvědavost.
- ... zjišťují, že vyučování je zábavné.

O motivaci a jejím vztahu k tvořivosti jsem stručně hovořil v kapitole 2.12, kde jsem současně upozornil na potřebu silné vnitřní motivace k realizaci skutečného tvůrčího výkonu.

V prostředí tradiční výuky ovšem jednoznačně převládá vnější motivace vyjádřená nejčastěji využitím různých odměn a trestů. V takovém prostředí ovšem nelze dosáhnout skutečného rozvoje kreativity. Rozvoje vnitřní motivace žáka lze dosáhnout aktualizací přirozených potřeb žáka. Psychologické potřeby, které mohou vztah k motivaci žáka ke školní práci, jsou [6]:

- **Potřeba poznávací** – žák musí chápat smysluplnost předmětu, činnosti při výuce jsou problémového charakteru, žák cítí potřebu vyhledávat chybějící informace k vyřešení rozporu a uspokojení své potřeby.
- **Potřeba pozitivních vztahů** – v kolektivu vládne pozitivní atmosféra, žákova aktivita při vyučování je kolektivem pozitivně hodnocena, nečinný žák naopak není oceňován učitelem ani spolužáky. Takového stavu lze dosáhnout v celkové příjemné uvolněné nestresující atmosféře při smysluplné činnosti.
- **Výkonová potřeba** – žák vykonává i relativně obtížnou činnost, pokud má naději být odměněn vlastním úspěchem a oceněním učitele a spolužáků. Kromě pozitivních vztahů v kolektivu je nutné dbát na přiměřenou obtížnost předkládaných úkolů.
- Kreativní činnost je sama o sobě přirozenou potřebou jedince a možnost uplatnit svou tvořivost při vyučování je tedy sama o sobě silně motivující ([40]; [22])!

Aktualizací potřeb žáka, příležitostí k tvůrčí činnosti a smysluplností předkládaného učiva, se zvyšuje zájem žáka o předmět a tím i důležitá vnitřní motivace k další tvůrčí činnosti! Takovýto způsob motivace, byť pro učitele zcela jednoznačně mnohem náročnější, se musí stát dominantním způsobem motivace.

3.6 Tvořivé osvojování nového učiva

V současné výuce se stále ještě setkáváme s nepřiměřeným důrazem na množství předaných informací, což vede k přetěžování žáků a k pamětnímu učení. To ve svých důsledcích znamená ztrátu zájmu o samostatnou práci a také nezbyvá čas na experimentování, problémové učení a tvořivost [29].

Žák se musí především naučit samostatně se orientovat ve složitém komplexu nových informací. Je proto nezbytné vytvářet takové podmínky, které by zabezpečily tvořivé osvojování učiva. Ideální podmínky pro tvořivé osvojování učiva poskytuje problémová výuka, kterou se podrobněji zabývám v kapitole 3.8. Zcela se přitom ztotožňuji s názorem M. Kličkové [22], která tvrdí, že „žák by se měl především naučit myslet a překonávat obtíže.“

V tvůrčím procesu slouží informace a poznatky jako stavební materiál a prostředek pro řešení problémů. Žák musí být motivován k vyhledávání a přijímání nových informací na základě aktivizace jeho poznávacích potřeb. Nejprve se setká s problémem, k jehož úspěšnému vyřešení musí získat určité nové informace. Tím je zajištěno aktivní osvojování nových poznatků žákem. Žák si navíc uvědomuje, co jej vedlo k potřebě tuto informaci získat a chápe tak souvislosti. Získaný poznatek tak není pouze izolovaným faktem [22].

V praxi se ovšem není vždy možné vyhnout fázi výuky, kdy učitel musí žákům předat větší množství informací. V takovém případě není vždy dobře možné zajistit plnou angažovanost a činnost žáka. V případě abstraktnějšího učiva potom často hrozí neschopnost žáka tyto informace správně zařadit a asociovat se stávajícími znalostmi. Učitel by měl tedy při svém výkladu klást důraz právě na vzájemné vztahy mezi informacemi. Efektivním nástrojem k tomuto je použití vhodných grafických prostředků, jako jsou různé diagramy a především myšlenkové či mentální mapy (kapitola 3.12). Platí ovšem, že „výklad by měl v ideálním případě vždy následovat až poté, co vznikla u žáka problémová situace.“[22]

3.7 Problematika diagnostiky a hodnocení v tvořivé výuce

Diagnostikou kreativity jsem se zabýval v kapitole 2.10. V prostředí školní výuky ovšem neočekáváme použití speciálních diagnostických metod, pro které zde není prostor a nakonec ani prostředky (dostatečně kvalifikovaní odborníci v oblasti psychologie kreativity, profesionální testy). Pokud navíc nejde o předmět zaměřený a priori na rozvoj kreativity, je jeho cílem stále výuka konkrétní oblasti učiva – cílem diagnostiky a hodnocení jsou tedy také nabyté znalosti. Protože ale současně v tvořivé výuce vyžadujeme od žáka tvořivý přístup, musí být žák za svůj kreativní výkon také ohodnocen. Žák musí především dostat jasný signál, kdy se nachází v situaci, ve které je od něho kreativita vyžadována a je mu poskytnut prostor pro

tvůrčí činnost, a kdy mají být hodnoceny jeho faktografické znalosti. Tvůrčí výkon je poté v praxi hodnocen na základě posouzení tvůrčího produktu.

S hodnocením ve výuce se pojí další důležitý problém současného vzdělávání, jímž je nízká tolerance vůči žákovu selhání. Výsledek písemné práce může mít pro žáka relativně zásadní dopady. Je zde hrozba případného trestu ze strany rodičů, špatné vysvědčení, otázka přijetí na školu. S touto subjektivně pociťovanou hrozbou souvisí malá ochota riskovat a hledat alternativní řešení [15][51]. V takové stresující atmosféře není možné od žáka vyžadovat tvůrčí přístup, vlastně není ani dost dobře možné tvůrčí proces vyvolat [29]. Protože ve výuce bude vždy existovat potřeba diagnostikovat faktografickou složku učiva a objektivně jí hodnotit, nelze se zmíněnému problému ani v budoucnu zcela vyhnout.*

3.7.1 Alternativní způsoby hodnocení v tvořivé výuce

Nejběžnějším způsobem hodnocení v současné škole je tradiční pětistupňová klasifikace. Její výhodou je srozumitelnost pro žáka i rodiče a časová úspora pro učitele. Problematickou je vypovídací schopnost. Tu naopak plní dobře hodnocení slovní, které je považováno za protiklad tradiční klasifikaci. Funkční slovní hodnocení je ovšem velice náročné pro učitele. V praxi je pak užívána kombinace klasifikace a slovního hodnocení, které probíhá během kontaktu učitel – žák či učitel – rodič.

Jinou alternativou může být například **hodnocení bodové**, které je na některých školách s úspěchem využíváno. Bodové hodnocení nachází uplatnění zatím na některých středních a především vysokých školách [25]. Žáci při takovém způsobu hodnocení nejsou hodnoceni klasifikačními stupni, ale určitým počtem bodů podle předem stanoveného klíče. Na závěr klasifikačního období je poté podle určitého přiřazovacího klíče žákovi udělen klasifikační stupeň za dané pololetí či semestr. Zajímavou alternativou je kombinace klasifikace s bodovým hodnocením. „Bodové hodnocení je oproti pětistupňové klasifikaci přehlednější

* Výzkumy potvrzují podstatné zlepšení výsledků anxiózních (úzkostných) žáků v testech při zařazení **humoru** [19]. Věřím, že není nezbytně nutné striktně oddělovat vážnou práci od humoru a zábavy a že určitá (nikoliv rušivá a rozptylující) míra humoru může příjemně uvolnit škodlivé napětí i u takových činností, jako je zkoušení či psaní písemné práce.

a jasnější. V případě, že je bodové skóre propojeno s klasickou známkou, je hodnocení průhlednější a jasnější i pro rodiče.“[25]

3.7.1.1 Příklad bodového hodnocení na základní škole

V rámci mé práce učitele fyziky na základní škole jsem se svými žáky zkoušel po nějakou dobu bodový systém hodnocení. Tento způsob hodnocení se ukázal jako méně stresující a lépe motivující, a tím lépe vyhovující tvůrčímu pojetí výuky. Použitý systém hodnocení uvádím jako příklad takového hodnocení.

Žáci jsou hodnoceni pomocí bodů po určité předem stanovené období (vymezeného například určitým probíraným tematickým celkem). Na závěr tohoto období jsou žáci ohodnoceni klasickým klasifikačním stupněm. Ten jim je přidělen na základě bodového skóre dosaženého během tohoto období. Body jsou přidělovány podle následujícího klíče:

1. Za každou hodinu je každému žákovi, který se aktivně zapojoval do výuky, připsán 1 bod.
2. Za splnění domácího úkolu může žák získat 2 body, pokud je domácí úkol zpracován kvalitně, 1 bod, pokud jsou v úkolu neúmyslné chyby, 0 bodů, pokud žák zadaný úkol nedonese ve stanovený čas.
3. Písemné práce nebudou hodnoceny známkami, ale pomocí bodů. Za malé kontrolní písemné práce může žák získat 0 až 5 bodů. Za velkou písemnou práci může žák získat 0 až 10 bodů.
4. Další body je možné získat po dohodě s učitelem za individuální úkoly, referáty, speciální domácí úkoly atd.

Ústní zkoušení se do bodového systému nezapočítává, ale je klasifikováno zvlášť tradičním způsobem pomocí známek.

Sankce:

Součástí bodování může být též systém sankcí. Žák, který při vyučování vyrušuje, nevypracuje domácí úkol nebo poruší jiné z předem domluvených pravidel, může být například

potrestán odebráním jednoho až třech bodů podle závažnosti přestupku. O výši sankce rozhodne učitel po dohodě se zbytkem třídy.

Žáci by měli mít neustále přehled o vývoji svého bodového skóre. Tím jsou motivováni vyvinout potřebné úsilí k doplnění případné bodové ztráty.

Závěrem musím poznamenat, že uvedený způsob hodnocení byl i samotnými žáky hodnocen velmi kladně a já jsem se po zkušenostech rozhodl zavést tento systém ve své práci trvale. Kvitovanou vlastností tohoto hodnocení byl především menší stresování z hodnocení. Nepovedená písemná práce totiž nemusí v tomto případě znamenat neštěstí a trest, ale případnou bodovou ztrátu je možné v dalších hodinách dohnat.

3.8 Problémová výuka

Tato metodická forma vyučování je pokládána za nejčastější prostředek rozvoje tvořivosti [49]. Problémová metoda umožňuje nejlépe aktivizovat poznávací potřeby žáků (viz kapitola 3.5). Při řešení problémových úloh se rozvíjejí schopnosti a myšlení žáků, rozšiřují se jejich vědomosti a formuje se osobnost [26]. Výzkumy navíc ukazují, že problémové vyučování kladně ovlivňuje úroveň osvojování vědomostí, je využitelná ve všech předmětech a ve všech fázích vyučovacího procesu [22]. Petrová [33] upozorňuje, že problémové vyučování nepůsobí pouze na rozvíjení tvořivosti žáků, ale významným způsobem ovlivňuje i rozvíjení pedagogické tvořivosti učitele.

Maňák [29] charakterizuje problémovou výuku jako určitou modifikaci heuristických postupů ve školních podmínkách, jenž je účinným prostředkem vedení žáků k tvořivému myšlení. Předpokladem je, že žáci mají možnost projevit se samostatně a že zejména uplatňují divergentní myšlení a vytváření hypotéz, nikoliv direktivní řízení nebo algoritmické procedury. V takovém případě nejde o tvořivost, pouze o produktivní myšlení. Problémová metoda obecně spočívá v předkládání úloh, k jejichž vyřešení žákovi nestačí pouhá reprodukce stávajících znalostí a použití starých osvědčených postupů, ale staré postupy je nutné modifikovat a případně vyhledat potřebné informace. Situace, v níž se žák setkává s rozporem mezi nabytými znalostmi a znalostmi a dovednostmi potřebnými k vyřešení úkolu se nazývá **problémovou situací**. Úloha vyvolávající problémovou situaci se nazývá **problémem**.

Interiorizace problému

Úloha se stává problémovou situací v okamžiku, kdy v žákovi vyvolává vnitřní konflikt, který ho aktivizuje k poznávací činnosti. Tímto konfliktem rozumíme rozpor mezi tím, co jedinec očekává, a tím co je mu předkládané. Tento vnitřní nesoulad, činí z objektivního problému problém subjektivní, bez čehož není možné vnitřně motivovanou poznávací činnost aktivizovat. Tento proces nazýváme **interiorizace problému**. Systematická výchova k interiorizaci úloh je velmi důležitá, vede žáky k vytvoření tzv. orientace na úlohu [26].

Domnívám se, že problémové úlohy přispívají k rozvoji kreativity vždy. Častěji jde o konvergentní myšlenkový proces řešení problému. Obecnou podobu problémů podporujících tvořivý přístup žáka uvádí Pietrasinski [37]:

- Jak je možno tuto věc zlepšit?
- K jakému novému účelu je možné tuto věc použít?
- Co by se stalo, kdyby došlo ke změně těchto podmínek?
- Jak budou moci tuto věc využít, když s ní udělám to a to?

Problémové úlohy samy však nerozvíjejí tvořivé myšlení žáků, jestliže si učitel neosvojí zásady a metody rozvíjení tvořivosti [26].

Konkrétní náměty na tvořivé problémové úlohy divergentního typu uvádím v kapitole 4.3.3 věnované metodice tvůrčí výuky fyziky.

3.9 Projektová výuka

Metodou, kterou považuji za nejlépe se přibližující řešení reálných situací, je metoda projektová. Ve své podstatě považuji projektovou metodu za pokračování metody problémové. Maňák (1998) definuje projektovou výuku následovně: „Projekt je komplexní praktický problém ze životní reality, je to plán konkrétní akce, činnosti, do níž se zapojují všichni žáci jedné nebo více tříd, anebo také celé školy, a to podle svých zájmů a předpokladů, a která je zaměřena na řešení takových otázek, jež žáky zajímají.“

Projekty mohou nabývat mnoha rozdílných podob a mohou být různého rozsahu. Vždy se přitom jedná o velice hodnotný druh výuky, při které se činnost žáka maximálně přibližuje reálné činnosti.

Řešení projektu probíhá obvykle podle následujícího plánu [31]:

1. Stanovení cíle – má zároveň motivační funkci.
2. Vytvoření plánu řešení – konkrétní plán práce a rozdělení rolí, způsob prezentace výsledků
3. Realizace plánu – zpracovávání dílčích úkolů, vyhledávání informací, studium
4. Vyhodnocení projektu – zveřejnění výsledků, sebehodnocení, posouzení přínosu jednotlivců

Zavedení projektové metody do výuky se však setkává s řadou potíží. Na základě vlastní zkušenosti se pokusím některé z nich vyvodit:

- Na většině škol je výuka stále rozdělena na jednotlivé předměty s nedostatečnou mezipředmětovou vazbou. Skutečná projektová výuka se ovšem pohybuje nad rámcem jednotlivých školních předmětů.
- Časový úsek 45 minut je příliš krátký na to, aby učitel (především v hlavních výukových předmětech) zvládl splnit očekávané výstupy stanovené školním vzdělávacím plánem respektive dokumentem RVP a zároveň realizovat kvalitní projekt.
- Nedostatečná teoretická vybavenost některých učitelů vede k zaměňování projektové výuky s jinými více méně banálními aktivitami, jakými je velmi často například zpracovávání nejrůznějších „plakátů“ či referátů na zadané téma.

Na druhou stranu je ovšem nutné uvést fakt, že na současných základních školách působí celá řada učitelů, kteří si dobře uvědomují přínos a hodnotu této komplexní výukové metody. Realizace kvalitního projektu poté vyžaduje spolupráci (minimálně vzájemnou toleranci) mezi vyučujícími a vedením školy, které musí realizaci projektu poskytnout potřebný prostor a prostředky, a mnoho věnované energie a volného času ze strany žáků i učitele.

3.10 Kooperativní a skupinová výuka

S ohledem na rozvoj komunikativních a sociálních dovedností žáků je přínosem spolupráce žáků s ostatními při řešení různých problémových situací. „Cílem těchto aktivit je vést žáky k poznání, že složité a nestrukturované problémy je třeba řešit v týmu a že jedinec sám nic nezmůže.“ [38] Před zařazením kooperativní skupinové práce do výuky je ale nutné pečlivě zvážit její výhody a úskalí, na něž v literatuře upozorňuje například Kasíková [21]:

Výhody kooperativní výuky:

- Zvýšení aktivity
- Zapojení více žáků, včetně pomalejších
- Žák před spolužáky snáz přizná, že něco neví
- Vyjadřování je přirozenější
- Žáci přebírají zodpovědnost za učení včetně chyb
- Žáci mají větší zájem o úkoly
- Žáci mohou volit tempo práce
- Ve skupině se přirozeně porovnávají postupy řešení
- Žáci se učí komunikativním dovednostem
- Učí se organizovat práci
- Zvyšuje se jejich sebevědomí
- Zvyšuje se frekvence úspěšné činnosti
- Zvyšuje se samostatnost žáků
- Ztráta zábran
- Učitel se může věnovat slabší skupině
- Učitel má čas na přípravu další činnosti
- Obrana proti stereotypu výuky

Nevýhody a úskalí kooperativní výuky:

- Nerovnoměrná práce ve skupině
- Není systematičnost ve skupinové práci
- Žáci si nedovedou organizovat práci
- Hluk

- Neprobere se příliš učiva
- Žáci odbíhají od zadaného úkolu
- Talentovaní žáci se triumfují a přestávají se starat o zbytek skupiny
- V učení mohou vznikat chyby, které se ihned neopravují
- Obtížné hodnocení učební činnosti
- Náročná příprava

3.11 Individualizace a diferenciaci učiva

Dobrým nástrojem ke zvýšení motivace žáka k aktivní a samostatné práci je možnost individualizovat a diferencovat výuku [27][29]. V praxi jde o to, dát žákovi možnost částečného výběru činnosti s ohledem na jeho zájmy a schopnosti. Učivo je tedy diferencováno s ohledem k individuálním zájmům a schopnostem žáka.

Příklady individualizované a diferencované výuky

Při řešení matematických úloh může například učitel připravit pro žáky výběr z několika úloh odlišených podle složitosti. Výhodou je, že i slabší žák má naději na úspěch, byť při řešení jednoduššího úkolu. Přitom je učitelem stále podporován v odvaze pouštět se i do složitějších úloh [29].

Při zadávání referátů má žák na výběr z různých témat, přičemž si volí to, které je nejbližší jeho zájmům.

3.12 Mentální mapy

Problematika mentálního mapování je v současné době, především díky práci Tonyho Buzana [3][4], velmi oblíbená v mnoha oborech lidské činnosti. Využití myšlenkového mapování se jeví efektivní nejen v procesech učení, ale též při plánování, organizaci, řešení problémů atd.

Terminologie

V současné literatuře se vyskytuje několik různých pojmů, které označují nelineární prezentaci informací. Jejich významy se přitom částečně nebo zcela překrývají. Mareš (in [6])

užívá termínu **pojmová mapa**, respektive **pojmové mapování**. Pojmová mapa graficky znázorňuje vztahy mezi pojmy a informacemi, čímž pomáhá žákovi vytvořit těmto novým informacím pevný vztahový rámec. Účinnost pojmového mapování vychází z faktu, že informace, které jsou asociovány s ostatními informacemi uloženými v mozku, jsou snáze zapamatovatelné a vybavitelné v případě potřeby.

Tony Buzan [3][4] je autorem obecnějšího pojmu – **myšlenková či mentální mapa** (v originále užívá termín **mind map**). Tímto termínem označuje Buzan jak výše popsané *mapy pojmů*, tak *mapy myšlenkových procesů* – například při řešení různých problémů, plánování dovolené, příprava proslovu atd. Ve své práci Buzan zdůrazňuje především vztah mentálního mapování ke kreativnímu myšlení. Mentální mapa umožňuje mozku uvolnit se a přirozeně využít potenciálu obou mozkových hemisfér. Naopak za nejhorší možnou cestu k tvůrčím projevům našeho mozku považuje Buzan lineární zápis poznámek a výčtů: „Řádky zde působí doslova jako mříž, jejichž vinou se mozek ocitne v pomyslném vězení, v němž se metodicky odpojuje jedna myšlenka od druhé a brání se jakýmkoli vazbám novým. Je to, jako bychom vzali nůžky a rozstříhali spojení mezi svými mozkovými buňkami [4].“

Ve stejném významu jako mentální mapování se v některých zdrojích objevuje termín **kognitivní mapování**. Já budu v této práci dodržovat Buzanovu terminologii. Metodika mentálního mapování podle Buzana je v současnosti nejpropracovanější a z hlediska funkce mozku se jeví jako nejefektivnější. Buzan na rozdíl jiných autorů zdůrazňuje v mentálních mapách funkci barev a obrázků, které aktivují funkce pravé mozkové hemisféry.

Psychologická podstata mentálního mapování

Americký psycholog Tony Buzan [3][4] navrhuje využití mentálního mapování na základě soudobých poznatků o funkci lidského mozku. Při objasňování funkce mentální mapy využívá poznatku, že lidský mozek funguje synergeticky. Termín synergie pochází z řečtiny (synergazomai = spolupracovat) a užívá se pro označení stavu, kdy výsledný celek je větší než součet jeho jednotlivých součástí. [4]. Zapsáno matematicky, pro synergetický systém platí, že $1 + 1 > 2$. V mozku je princip synergie reprezentován především součinností pravé a levé hemisféry. „Způsob, jakým si levá a pravá strana velkého mozku mezi sebou předávají zprávy, vytváří synergetický vzorec myšlení a růstu. Jestliže se příliš spoléháme na úkoly, které zaměstnávají jenom jednu mozkovou hemisféru, odrazujeme hemisféry od vzájemného

dialogu a velmi výrazně redukuje celkový výkon svého mozku. Stručně řečeno, omezuje jeho synergetický způsob myšlení... Mentální mapy jsou tak mocným nástrojem mimo jiné proto, že zaměstnávají obě strany mozku, neboť se v nich uplatňuje zobrazení, barva a představivost v kombinaci se slovy, čísly a logikou. [4].“ Ve vyučovacím procesu usnadňuje myšlenkové mapování žákům (Mareš in [6]):

- pochopení učiva.
- překódování do podoby, která se lépe pamatuje.
- zapamatování učiva.
- vybavování učiva.
- rekonstruování učiva, pokud přibývají nové poznatky.

Kromě uvedených výhod využití mapování uvádí Mareš (in [6]) další dva důvody pro zařazení myšlenkových map do výuky:

- vytvářejí adekvátní „mentální modely“ světa.
- dávají žákům užitečný nástroj, jak si v budoucnu poradit se situací, kdy se setkají s novým složitým tématem, kterému se mají naučit.

Mareš zde hovoří čistě o pojmových mapách, jeho závěry lze ovšem zobecnit pro mentální či myšlenkové mapování jako celek.

Zásady pro tvorbu mentálních map

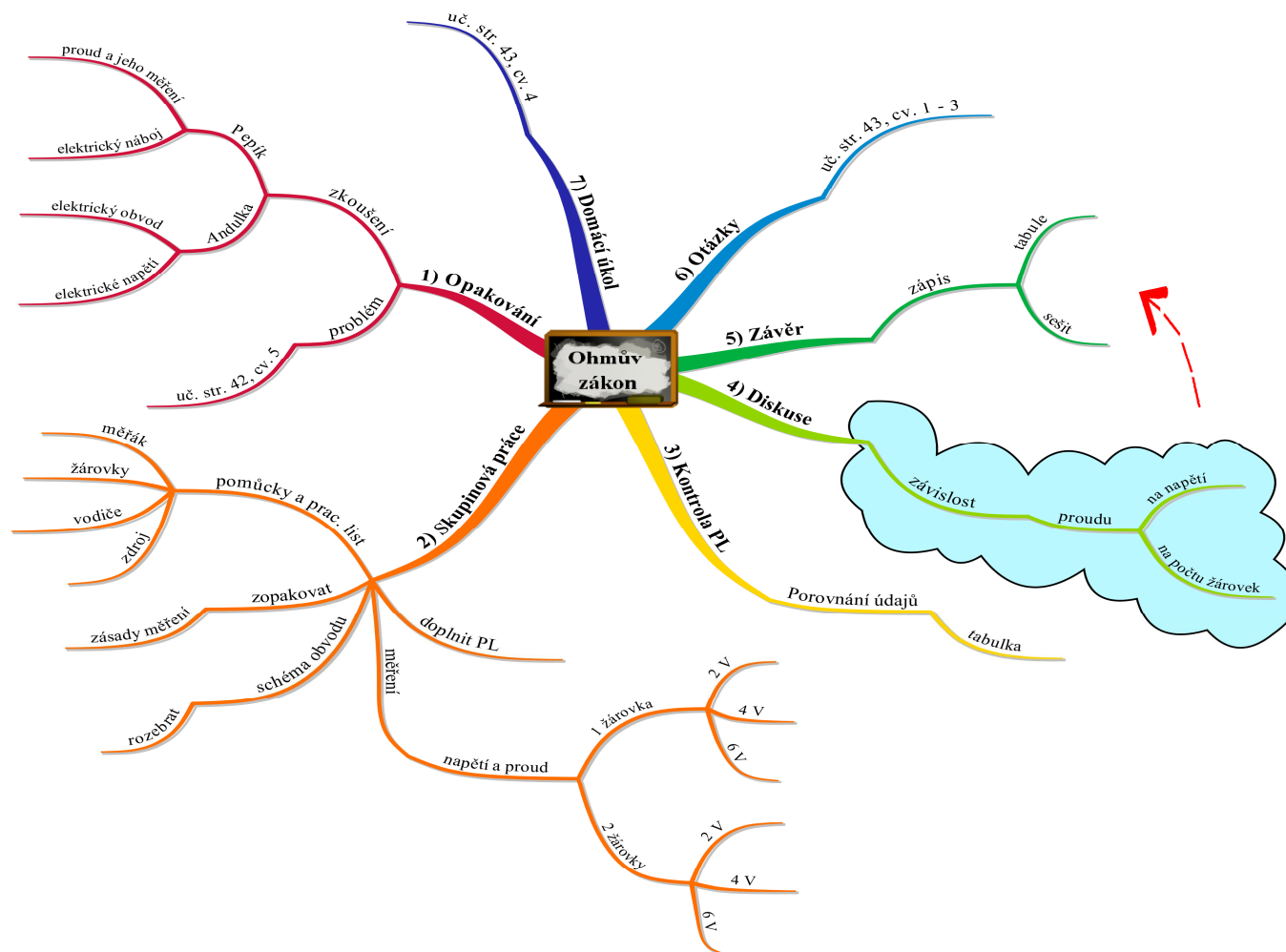
Buzan [4] ve své práci dále uvádí sedm kroků k vytvoření mentální mapy. I když tato doporučení nemusí být z časových a organizačních důvodů vždy dodržena, plný potenciál mentálního mapování se rozvine při dodržování těchto zásad:

1. Mapu začínáme tvořit uprostřed šikmo položeného papíru – mozek tak může svobodně působit všemi směry a vyjadřovat se volněji a přirozeněji.

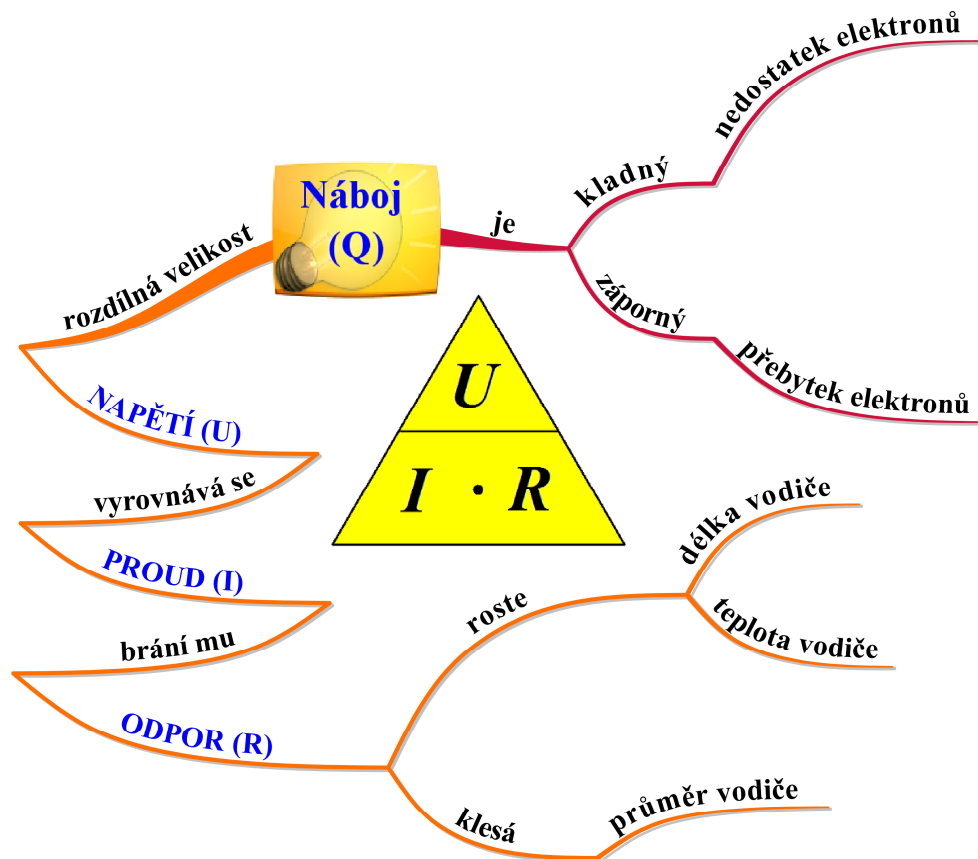
2. Ústřední myšlenku vyobrazujeme nebo doplňujeme obrázkem, který má, slovy autora, hodnotu tisíce slov.
3. Při tvorbě mapy užíváme různé barvy – pro mozek jsou podle autora stejně podnětné jako názorná zobrazení, tvůrčí myšlení získává energii navíc a celý proces je zábavnější.
4. K centrálnímu obrázku připojujeme hlavní větve, k nim větve druhé úrovně, třetí úrovně atd. – Mозek pracuje pomocí asociací, rád si spojuje dvě (nebo více) věci dohromady. Propojením větví vytváříme základní strukturu.
5. Větve tvoříme pomocí křivek, nikoliv přímek, zakřivené organické větve jsou pro mozek mnohem atraktivnější.
6. Každé lince by mělo náležet pouze jedno klíčové slovo.
7. Celou plochu mapy by měla provázet různá vyobrazení a obrázky, jejichž funkce je stejná jako funkce centrálního obrázku.

Využití mentální mapy ve výuce

Mentální mapy nabízejí pro výuku hned několik možných využití. Učitel může s úspěchem využít mentální mapu při přípravě na hodinu (obrázek 3.1). Mentální mapa ve funkci pojmové mapy může sloužit k závěrečnému shrnutí právě probrané kapitoly (obr. 3.2). Mentální mapa může pomoci při procesu řešení problému – například při řešení fyzikální úlohy, při plánování projektu atd. Tvůrcem mapy může být učitel, mapu využívá ke zvýšení názornosti výkladu a znázornění vztahů mezi pojmy, skutečný přínos mapování ovšem vyplyne, je-li tvůrcem mapy samotný žák (s tímto stylem práce musí být ovšem dobře seznámen). Mentálního mapování lze například také využít k diagnostice – Žák může tvořit mapy na zadané téma nebo řadit pojmy do předpřipravené „slepé“ mapy. V obou případech vytvořená mapa dobře vypovídá o žákovo pochopení učivu. Lépe než při použití jiných nástrojů je zde patrné, jak žák rozumí struktuře vztahů uvnitř učiva.



Obr. 3.1: Využití mentální mapy v učitelově přípravě a hodině.



Obr. 3.2. Shrnutí učiva pomocí pojmové mapy.

Uvedenou stručnou analýzu zásad a metod tvořivé výuky se pokusím v následující kapitole implementovat na výuku fyziky na základní škole a pokusím se navrhnout metodiku tohoto vyučovacího předmětu s důrazem na rozvoj kreativních schopností žáků a dovedností tvůrčího řešení problémů.

4 Metodika rozvoje kreativity při výuce fyziky

4.1 Charakteristika vyučovacího předmětu fyzika

V současnosti je kurikulum základních škol v České republice upravováno dokumentem – **Rámcový vzdělávací program** (s poslední aktualizací 1. 9. 2007) – dále **RVP**. Vyučovací předmět fyzika je v dokumentu RVP součástí vzdělávací oblasti Člověk a příroda současně s chemií, přírodopisem a zeměpisem. Dokument charakterizuje předměty této vzdělávací oblasti: „Svým činnostním a badatelským charakterem výuky umožňují žákům hlouběji porozumět zákonitostem přírodních procesů, a tím si uvědomovat i užitečnost přírodovědných poznatků a jejich aplikací v praktickém životě. Zvláště významné je, že při studiu přírody specifickými poznávacími metodami si žáci osvojují i důležité dovednosti. Jedná se především o rozvíjení dovednosti soustavně, objektivně a spolehlivě pozorovat, experimentovat a měřit, vytvářet a ověřovat hypotézy o podstatě pozorovaných přírodních jevů, analyzovat výsledky tohoto ověřování a vyvozovat z nich závěry. Žáci se tak učí zkoumat příčiny přírodních procesů, souvislosti či vztahy mezi nimi, klást si otázky (Jak? Proč? Co se stane, jestliže?) a hledat na ně odpovědi, vysvětlovat pozorované jevy, hledat a řešit poznávací nebo praktické problémy, využívat poznání zákonitostí přírodních procesů pro jejich předvídání či ovlivňování.“ [24]

4.1.1 Cílové zaměření vzdělávací oblasti Člověk a příroda

S ohledem na rozvoj klíčových kompetencí uvádí dokument cíle, k nimž by měla výuka jednotlivých předmětů směřovat. Výuka vede žáka k:

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování.
- potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi.
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby.
- posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů.
- zapojování do aktivit směřujících k šetrnému chování k přírodním systémům, ke svému zdraví i zdraví ostatních lidí.
- porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí.
- uvažování a jednání, která preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy.
- utváření dovedností vhodně se chovat při kontaktu s objekty či situacemi potenciálně či aktuálně ohrožujícími životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí lidí.

4.1.2 Pojetí fyziky jako školního předmětu žáky

Tabulka 4.1 uvádí výsledky výzkumu oblíbenosti jednotlivých školních předmětů na základních školách a víceletých gymnáziích, jenž byl proveden v roce 2005. Oblíbenost před-

mětu je skórována od 0 do 6 bodů, přičemž 6 bodů představuje maximální pozitivní hodnocení [14].

Předmět	IT	TV	VV	HV	OV	P	D	Z	M	AJ	CH	NJ	F	ČJ
ZŠ	5,1	4,9	4,35	4,1	4,04	3,9	3,76	3,76	3,49	3,43	3,38	3,32	3,32	2,97
NG	4,5	4,84	4,16	3,95	3,61	3,52	3,81	3,87	3,27	3,96	2,83	3,19	3,38	2,96

Tab. 4.1: Oblíbenost jednotlivých školních předmětů na základních školách a víceletých gymnáziích [14].

Výše citovaný zdroj dále uvádí výsledky hodnocení obtížnosti fyziky z pohledu žáka základní školy a víceletého gymnázia (tab. 4.2). Fyzika je podle výsledků tohoto výzkumu hodnocena žáky základních škol jako třetí nejobtížnější předmět po českém jazyku a matematice, na víceletých gymnáziích jí předchází ještě chemie.

Předmět	TV	IT	VV	HV	OV	Z	P	D	NJ	CH	AJ	F	MA	ČJ
Průměr ZŠ	0,87	0,88	0,88	0,97	1,15	2,18	2,24	2,44	2,93	2,98	3,01	3,01	3,04	3,21
Průměr NG	1,11	1,42	0,93	1,34	1,25	2,23	2,89	2,35	3,24	3,6	2,72	2,93	3,3	3,03

Tab. 4.2: Hodnocení obtížnosti předmětů [14]. Bodování na škále 0 – 6; 6 odpovídá hodnocení krajně obtížný.

Citovaný výzkum dále zkoumal oblíbenost jednotlivých činností ve výuce fyziky a četnost jejich výskytu ve výuce (tab. 4.3). Zkoumanými činnostmi, k nimž se měli žáci vyjadřovat, byly:

- pokusy prováděné učitelem (demonstrační pokusy)
- promítání výukového videa, promítání filmu
- pokusy prováděné žáky (frontální pokusy)
- využití internetu ve výuce, výklad nové látky
- referáty
- vyprávění učitele
- řešení početních úloh
- opakování učiva

Činnost	Pokusy učitele	Video	Film	Pokusy žáků	Internet	Výklad	Referáty	Vyprávění	Úlohy	Opakování
Oblíbenost ZŠ	5,09	4,96	4,87	4,85	4,77	3,72	3,13	3,12	2,69	2,08
Oblíbenost NG	4,94	5,05	5,01	4,72	4,88	3,31	3,31	3,0	2,71	1,6
Výskyt ZŠ	2,79	1,36	1,06	2,15	0,86	5,07	1,42	0,94	4,01	3,56
Výskyt NG	2,39	0,88	0,59	1,51	0,4	5,39	1,01	0,94	4,01	4,11

Tab. 4.3: Oblíbenost a výskyt činností při výuce fyziky [14].

Bodování na škále 0 – 6; 6 – maximální pozitivní hodnocení; zařazení každou vyučovací hodinu

Shrnu-li data prezentovaného výzkumu, lze jednoznačně vyslovit závěr, že fyzika je v očích žáků základních škol a víceletých gymnázií hodnocena jako obtížný a neoblíbený předmět. Na nízké oblíbenosti předmětu se podílí i fakt, že činnosti, které by žáci ve výuce preferovali, jsou zařazovány nejméně. Na jiném místě výsledky stejného výzkumu navíc ukazují, že žáci učivo fyziky vnímají jako nepotřebné pro život a kromě dosažení dobrých známek nevidí často jiný smysl učení se fyzice. Ačkoliv bychom si všichni přáli zvýšit oblíbenost fyziky v očích žáků, není pochopitelně možné snižovat výrazněji nároky na žáka a začít zařazovat pouze ty činnosti, jež by žáka bavily a učivo, které by považovali za užitečné. Přesto je z výsledků možné určitě doporučení vyvodit.

- Není důvod zařazovat do výuky více filmů a videa jen proto, že žáky taková výuka baví více, ale současně je možné zařazovat více demonstračních a frontálních experimentů. Tyto by měly být v praxi zcela běžnou a organickou součástí výuky fyziky. Budování poznatků z fyziky by mělo probíhat především v rámci experimentování.*
- V současné době se otevírá řada nových možností ke konstruktivnímu využití výpočetní techniky a internetu ve výuce. Učitel by měl tyto možnosti vyhledávat a učit se novým možnostem jejich začleňování do výuky.
- Učitel by měl být schopen přiblížit fyziku každodennímu životu užíváním aktuálních případů a zařazováním předmětů každodenního použití. Měl by stavět nové poznatky na dosavadních zkušenostech žáka.

* Dovoluji si v tuto chvíli vyslovit domněnku, že jediným důvodem pro malé zařazování experimentů je jejich náročnost na organizaci a přípravu a tedy určitá, i když částečně pochopitelná, pohodlnost učitele.

- Höfer a kol. [14] na základě provedeného výzkumu uvádí další doporučení: „V žebříčku oblíbenosti přírodovědných předmětů a matematiky na základní škole je fyzika statisticky nejméně oblíbená. Vzhledem k tomu je smysluplné zařazování témat z oborů biologie, biofyziky, zeměpisu a především informatiky ve vyučování fyzice.“

4.2 Tradiční metodologie fyziky s vazbou na rozvoj kreativity

Ve výuce fyziky se setkáme se všemi tradičními výukovými metodami a organizačními formami využívanými i v jiných předmětech (blíže k členění výukových metod viz např. [31]). Součástí výuky fyziky jsou ovšem některé typické metody. Mezi tyto specifické metody patří fyzikální úloha a fyzikální experiment. V následující kapitole vymezím stručně tyto dva dominantní nástroje fyzikální výuky a pokusím se stanovit podmínky pro efektivní rozvoj kreativity při zařazení těchto nástrojů.

4.2.1 Fyzikální úloha

Obsah tohoto pojmu je velmi široký. Svoboda jej například definuje následovně [47]: „Fyzikální úloha je formulace požadavku na činnost žáka, kterou žák provádí za daných předpokladů a podmínek, a to poměrně složitou a bohatě strukturovanou aktivitou, která přispívá ke správnému chápání podstaty fyzikálních jevů a příčinných souvislostí mezi těmito jevy. Tato aktivita se projevuje v procesu řešení úlohy úvahou různé náročnosti, výpočtem, grafickou prací, provedením experimentu, popřípadě dalšími činnostmi. Proces řešení je zakončen nalezením výsledku.“ Při řešení úloh žák aplikuje dosavadní teoretické vědomosti a poznává jejich konkrétní praktický význam, zároveň se učí přemýšlet a řešit problémy. Další funkcí úlohy je ovšem také funkce motivační a kontrolní a především na základní škole pak funkce výchovná [47].

Klasifikace fyzikálních úloh

Podle způsobu řešení

Heuristické řešení

Heuristickým řešením je v tomto případě myšleno ústní řešení jednodušších problémových úloh pomocí metod heuristiky (viz kapitola 2.13.2).

Aritmetické řešení

Aritmetické neboli numerické řešení spočívá v použití jednoduchých úsudků, poměrů, úměrnosti, trojčlenky atd. Žáci jsou více vedeni k logickým úvahám a neomezují se na použití vzorců. Mají pochopit, že neznalost vzorce neznamena nutně neschopnost řešit úlohu [47]. Používá se většinou v úvodních hodinách k řešení jednoduchých úloh bez použití fyzikálních vzorců v návaznosti na učivo matematiky.

Algebraické řešení

Algebraické řešení je často nazýváno řešením obecným. Je náročnějším postupem, kdy provádíme matematické úpravy se značkami fyzikálních veličin a teprve poté dosazujeme hodnoty těchto veličin. Tento způsob není příliš oblíbený a pro děti s nižší schopností abstrakce je velmi obtížný. Je však nezbytně nutné žáky k tomuto postupu systematicky vést. Při algebraickém řešení mají žáci v nejjednodušším případě k dispozici hotový vzorec. Jindy je však nutné řešit takovou úlohu syntetickým nebo analytickým způsobem [47].

- *Užití hotového vzorce* – Žák nejprve vybere vhodný vzorec, vhodně jej upraví, aby vyjádřil počítanou veličinu, a do vzorce dosadí hodnoty známých veličin.
- *Syntetické řešení* – Žák postupuje od známých vztahů, které vzájemně spojuje, až dospěje k hledané nové závislosti.
- *Analytické řešení* – Žák postupuje opačně, než je tomu v případě syntetického řešení. Vychází z konečného vztahu a tento upravuje, dosazuje do něj postupně dílčí vztahy nahrazující neznámé veličiny.

U složitějších úloh je obtížné a ne vždy vhodné rozlišovat mezi čistě syntetickým a čistě analytickým řešením, obě řešení v praxi splývají a navzájem se doplňují.

Geometrické řešení

Geometrická konstrukce s využitím základních znalostí geometrie a trigonometrie zachycuje vztahy mezi veličinami zadanými a veličinami hledanými [47].

Grafické řešení

Obdobně jako při řešení geometrickém využíváme k řešení úlohy vhodnou konstrukci grafů nebo vektorových nákresů. Na rozdíl od řešení geometrického ovšem hodnoty hledaných veličin nepočítáme pomocí vět geometrie, ale přímo je odměřujeme z nákresu [47]. Tento postup má na úrovni základní školy, kde mají žáci základní školy k dispozici pouze omezené nástroje geometrie, širší využití než řešení geometrické. „Grafické řešení činí zkoumaný fyzikální jev názornějším. Graf je navíc důležitým prostředkem, pomocí něhož si žáci mohou názorně představit předloženou fyzikální situaci nebo její řešení či úlohu i řešení současně [47].“ Grafické řešení je často jedinou možností, jak se žák se svými omezenými prostředky může dobrat cíle dané úlohy (například určení výslednice obecné soustavy sil).

V praxi ovšem není vždy možné a někdy ani nutné rozlišovat řešení grafické od řešení geometrického, jednotlivá řešení splývají.

Fyzikální úlohy a rozvoj kreativity

Řešení úloh (především ve smyslu úloh početních) je podle výzkumů (viz například výzkum prezentovaný v kapitole 4.1.2) hned po opakování nejméně oblíbenou činností ve výuce fyziky. V takovém stavu je velmi obtížné navodit tvůrčí proces, ve kterém hraje klíčovou roli úroveň vnitřní motivace. Jinými slovy, žák nebude tvořivý, pokud ho činnost nebude bavit! Protože ale početní úloha má ve výuce fyziky svou nezastupitelnou roli, nelze se této činnosti vyhnout ani jí výrazněji omezit. Na určité úrovni je nezbytné, aby žák zvládnul řešit základní fyzikální úlohy a především aby si osvojil potřebný algoritmus k jejich řešení.

Zvýšit motivaci žáka k řešení úlohy může učitel jednak vhodným výběrem tématu úlohy, které je **aktuální** a pro žáka **zajímavé**, a jednak tím, že nechá žáka zažít **radost z úspěšného**

vyřešení úlohy (opak vede k frustraci a zavrnutí další aktivity). Toho lze dosáhnout vhodným „dávkováním“ úloh. Aby se ale naopak nezačali nudit žáci schopnější, je vhodné využít možnosti **diferenciace** úloh (kapitola 3.11).

Aby mohl žák řešit komplexnější problémy, jež lépe odpovídají problémům reálného života, je nutné, aby si žák osvojil především vhodnou metodiku řešení problémů. Pouhá veliká praxe v řešení úloh vede často k osvojení zcela špatných algoritmů. Žák si například zapamatuje, že při výpočtu vztakové síly má vynásobit tři čísla. U základních úloh mu tento postup stačí k úspěchu. Pokud se ovšem trochu změní zadání, naprosto selhává.*

Učitel by měl žáka vést tak, aby řešení úlohy našel pokud možno sám. Na řadu tedy přichází metody **heuristické a problémové pojetí výuky** (viz kapitola 3.8). Po zvládnutí základní úrovně fyzikálních úloh by měli žáci řešit především **úlohy s neúplným zadáním**, kdy v zadání nejsou všechny potřebné údaje, případně chybí veškeré údaje. Tím dojde k žádoucímu oddělení problému od informací potřebných k jeho vyřešení a motivuje žáka k jejich aktivnímu zjišťování. Zvláštním případem velmi hodnotných úloh s neúplným zadáním jsou **úlohy nonverbální**, tedy úlohy zadané beze slov pomocí obrázku nebo videa (viz Neverbální úlohy [online]).

Řešení komplexnějších úloh předchází proces, ve kterém musí žák jasně identifikovat problém, ujasnit si postup řešení a zajistit potřebné informace. Efektivním nástrojem v této fázi řešení problémů je **mentální mapování** (viz kapitola 3.12). Konkrétní příklad využití mentální mapy při řešení problémů ve výuce fyziky nabízím v kapitole 4.3.4.

Poslední fází řešení problémových úloh jsou **úlohy divergentní**, tedy úlohy vyžadující divergentní složku myšlení (kapitola 2.3). Tyto úlohy nabízejí prostor pro skutečnou tvořivost a tvůrčí řešení problémů. Bohužel jde o kapitolu, která v současné literatuře není téměř vůbec zpracována. Pro potřeby této práce uvádím některé náměty divergentních úloh v kapitole 4.3.3.

* **Skutečný případ:** Žáci řešili úlohu: „Největší současný český horkovzdušný balon určený pro 18 osob má objem 8500 m^3 . Urči velikost vztakové síly působící na balon.“ Žáci si sami měli dohledat chybějící údaje (hustota vzduchu, tíhové zrychlení). Mnozí žáci místo toho dosazovali do výpočtu číslo 18 – počet lidí na palubě – tedy vzhledem k řešenému problému naprosto irelevantní údaj!

Výrazně motivačním a přitom podceňovaným prvkem je **humor**. Zadání úloh může být vtipné a přitom nemusí odvádět pozornost od řešení úlohy.

4.2.2 Fyzikální experiment

Experimentování patří k základním metodám fyziky jako vědy i školního předmětu. Význam školního experimentu (neboli pokusu) spočívá v propojení teoretických znalostí žáka s praktickými dovednostmi. Experiment současně poskytuje žákovi vlastní zkušenost se zkoumanou oblastí jevů. Jak navíc potvrdily výsledky výzkumu prezentované v kapitole 4.1.2, experimentování žáky baví – zastává tedy významnou funkci aktivizační a motivační.

*Klasifikace školních experimentů**

Podle zaměření

Demonstrační pokus

Experiment provádí učitel sám, ve spolupráci s některým žákem nebo několika žáky a předvádí jej celé třídě. Tento druh provedení je vhodný pro náročnější experimenty a experimenty, které vyžadují podrobnější komentář učitele. Demonstrační experiment je vhodný k zařazení v úvodních hodinách k seznámení s novým fyzikálním jevem. Demonstrační experiment může po předchozí přípravě provádět rovněž některý ze žáků. V takovém případě hovoříme o **žakovském individuálním experimentu** [47].

Důvodem pro zařazení demonstračního experimentu je v praxi často úspora času na přípravu a realizaci experimentu.

Frontální pokus

Při **frontálním experimentu** pracují žáci každý sám nebo ve skupině podle pokynů učitele. Učitelova funkce spočívá v tom, že řídí práci žáků, sleduje je při provádění jednotlivých úkonů, hlídá činnost a aktivitu jednotlivců, hodnotí práci žáků nebo skupin a dbá na jejich bezpečnost. Organizace a příprava frontálního pokusu je zpravidla mnohem náročnější než

* Uvedená základní klasifikace školních experimentů není úplná, podrobnější členění uvádí například Svoboda a spol. [14] nebo Vachek a spol. [50].

pokusy demonstrační, což je také často důvodem k upřednostňování demonstrace i tam, kde by bylo vhodnější zařazení frontální práce.

Laboratorní práce

Je zpravidla kvantitativní experiment, při němž žáci postupují podle písemného návodu. Laboratorní práce je náročnější časově, organizačně i svým obsahem. Žáci ji vykonávají nejčastěji v malých skupinkách, přičemž každá skupina postupuje vlastním tempem [47]. Na závěr odevzdává každý žák protokol o laboratorní práci, který shrnuje závěry a výsledky zpracovávané úlohy. Funkce vypracovávaného protokolu spočívá ve výchovném působení (pečlivost, rozvoj pracovních kompetencí) a současně seznamuje žáky s fyzikou jako exaktní vědou [47].

Podle provedení

Reálné pokusy

Jsou takové pokusy, kdy žák přímo pozoruje fyzikální jev a jeho zákonitosti. Domnívám se, že takové experimenty by měly tvořit základ fyzikálních pokusů ve školní výuce, často jsou ovšem omezeny materiálním zabezpečením školy.

Pokusy modelové

Jsou imitací reálného jevu. Analogie s modelovanou skutečností spočívá ve společné fyzikální podstatě (například funkční model třífázového generátoru) – tzv. modely *modifikační* – nebo pouze ve vizuální podobnosti (například demonstrace Brownova pohybu pomocí vzduchového stolu nebo jakákoliv počítačová simulace).

Důvodem pro zařazování modelů do výuky může být:

- Demonstrace skutečného jevu by byla technicky náročná (funkce spalovacího motoru) nebo dokonce nebezpečná (demonstrace štěpné reakce v jaderném reaktoru).
- Reálný experiment by nebyl dostatečně názorný z důvodu veliké složitosti prezentovaného jevu. Funkce modelu pak spočívá především ve zjednodušení reality.

- Reálný děj probíhá v časových a prostorových měřítkách, které nelze přímo pozorovat – děj je příliš rychlý, rozměry zkoumaného předmětu jsou příliš velké (demonstrace pohybu planet Sluneční soustavy) nebo naopak příliš malé (stavba atomu).
- Nedostatečná vybavenost školy.

Fyzikální experiment a rozvoj kreativity

Zařazení fyzikálního experimentu do výuky musí vždy respektovat určité zásady. Ve své práci je shrnuje například Svoboda [47]:

1. Pokus má být přirozenou součástí výuky, významnou chybou je odkládání pokusů na další hodinu nebo dokonce hromadění pokusů z různých oblastí v jedné hodině.
2. Má být připraven a proveden tak, aby byl jednoduchý, názorný, přesvědčivý a pochopitelný, tedy srozumitelně interpretovaný.
3. Především pro děje, které probíhají velmi rychle, je nutné provádět experiment opakovaně. Ale i u dějů pomalých je vhodné pokus opakovat.
4. Žák má být přiměřeně motivovaný a má se pokusu aktivně zúčastnit.
5. Pokus musí žák chápat jako prostředek pro objevování fyzikálních zákonů a nikoli jako samoučelné show nebo zpestření výuky.
6. Vyučovací hodina nemá být přeplněna velkým počtem různorodých pokusů, které by do výuky vnesly spíše zmatek, než jakýkoli pozitivní efekt.
7. Každý pokus má být doprovázen náčrtem, nákresem, schématem, přičemž učitel vybere ty, které by si žák měl případně překreslit do sešitu. Nákresey mají pomoci žákovi pochopit sestavení pokusu a funkci jednotlivých prvků.

Samotné zařazení pokusu do výuky ještě ovšem neznamená, že dochází k rozvoji tvořivosti žáka. Dodržuje-li učitel výše uvedené metodické pokyny, pak zařazení pokusu zvyšuje názornost výuky a umožňuje tedy žákovi lépe pochopit probírané učivo. Žák je rovněž zajíma-

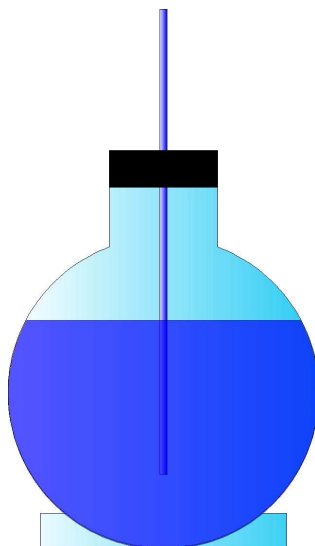
vým pokusem příznivě aktivován a motivován. To jsou nezbytné podmínky pro to, aby mohlo dojít k navození tvořivého procesu. Zároveň ovšem musí být žákovi poskytnut dostatečný prostor pro uplatnění jeho kreativity.

Má-li experimentování ve výuce přispět významně k rozvoji kreativních schopností žáků, je nutné, aby byly splněny určité podmínky:

- Výuka by měla být vedena problémově (kapitola 3.8), experiment nemá pouze potvrdit vyslovenou teorii, ale teoretické poznání by mělo být vybudováno na základě myšlenkové aktivity žáka během experimentování.
- Součástí učitelových dovedností by mělo být řízení a usměrňování žakovy tvůrčí aktivity, aniž by mu předem prozradil závěr. V minimální míře to znamená experiment (demonstrační či frontální) doplněný heuristickým rozhovorem, v lepším případě frontální experiment prováděný skupinou žáků, kdy žáci na základě řízení vlastní činnosti a diskuse v rámci skupiny (pod dohledem učitele) odhalují podstatu prezentovaného problému.
- Žákům by měl být umožněn prostor pro uplatnění divergentní složky myšlení (viz. kapitola 2.3). Toho může být dosaženo několika způsoby:
 - o Žáci dostanou za úkol navrhnout experiment, který by potvrdil určitou domněnku.
 - o Žáci mají za úkol vysvětlit podstatu určitého experimentu – vyslovují hypotézy a navrhnou postup k jejich ověření.
 - o Další možnosti závisejí pouze na tvořivosti učitele. Některé náměty nabízím v kapitole 4.3.3 – divergentní fyzikální úlohy.

Příklad – „Heronova fontánka“:

Učitel ukáže žákům uzavřenou nádobu s vodou, ze které je vyvedena tenká skleněná trubička (obr. 4.1).



Obr. 4.1: Heronova fontánka.

Úkol: Navrhni postup, jak dostat kapalinu z nádoby, aniž by ses přitom této nádoby jakkoliv dotýkal.

Následuje prostor pro nápady žáků, přičemž je vhodné podporovat originalitu navrhovaných řešení. Je obvyklé, že se přitom celá třída i dobře pobaví. Učitelovým úkolem je uhlídat, aby se průběh výuky příliš neodchýlil od původního záměru a zabránit přílišné živelnosti.

Bez prozrazení správného řešení následuje předvedení experimentu – nádoba s kapalinou je umístěna pod recipient vývěvy, ve kterém je následně snížen tlak plynu. Voda začne kapilárou stříkat ven z nádoby (aby byla splněna podmínka, že se učitel nádoby nedotkne vůbec, může požádat některého ze žáků, aby nádobu pod recipient vývěvy umístil).

Po předvedení experimentu mají žáci za úkol v rámci diskuse ve skupině vysvětlit fyzikální podstatu experimentu – kolem nádoby byla odčerpána část vzduchu, tlak plynu nad hladinou v nádobě je v tuto chvíli větší než okolní tlak a vytlačuje kapalinu kapilárou ven.

4.3 Návrh na úpravu tradiční metodiky fyziky

V předchozích kapitolách jsem se zabýval metodikou výuky směřující k rozvoji kreativních schopností žáka v obecné rovině platné pro všechny vyučovací předměty (kap. 3). Následovala stručná analýza metodologie vybraného předmětu – fyziky – se současným uvedením

metodických doporučení pro rozvoji tvořivosti v rámci tradiční výuky tohoto předmětu (viz kapitola 4.2). Na základě závěrů předchozích kapitol jsem vypracoval návrh možné **struktury metodiky rozvoje tvořivosti ve fyzice**. Její efektivitu a účinnost jsem následně ověřoval ve výuce fyziky na základní škole.

4.3.1 Východiska

- Tvořivost považujeme za nejvyšší formu aktivity jedince, ke které je nutné ve výuce systematicky směřovat. Je důležitou kompetencí pro úspěšný pracovní i osobní život a současně nástrojem k seberealizaci jedince. Klíčovým obdobím pro rozvoj kreativity je období 2. stupně základní školy. V tomto období lze budoucí míru kreativity žáka s největší nadějí na úspěch podpořit nebo naopak utlumit.
- Svým důrazem na badatelské a heuristické postupy a řešení problémových úloh představuje výuka fyziky prostor pro uplatnění určitých konkrétních tvůrčích dovedností. Aby bylo ovšem možné tento potenciál výuky plně využít, je nutné vést výuku způsobem, který žáka vhodně motivuje a poskytuje dostatek smysluplných námětů pro tvůrčí činnost.
- Důležitým závěrem vyplývajícím z obecné analýzy tvořivosti je, že sama tvůrčí činnost je pro žáka značně motivující. Nárůst této složky výuky by se tedy měl projevit ve zvýšení motivace vzhledem k tomuto předmětu.
- Je-li od žáka očekáván tvůrčí výkon, musí být tento jeho výkon také vhodným způsobem hodnocen. Protože obsahem výuky je současně osvojování určitých vědomostí, je nutné během hodnocení jasně deklarovat, kdy je žák hodnocen za tvůrčí výkon a kdy za osvojení znalostí. Hodnocení žákových znalostí je ovšem silným stresorem, který může zamezit vzniku tvůrčího procesu.

4.3.2 Obecná doporučení k realizaci tvůrčí výuky

V následující tabulce, která je sestavena na základě závěrů předchozích kapitol, jsou shrnuta doporučení pro jednotlivé fáze výuky:

1) Motivace		
<i>Pro rozvoj tvořivosti je klíčová především úroveň vnitřní motivace.</i>		
Aktualizace základních potřeb žáka (kap. 3.5)	Potřeba poznávací	problémová metoda, řešení problémů (kap. 3.8)
	Potřeba pozitivních vztahů	Navození pozitivní pracovní atmosféry, kdy je úspěch žáka ohodnocen uznáním učitele i spolužáků. Skupinová práce.
Zájem o předmět	Individualizace učiva (kap. 3.11)	Žák má částečnou možnost výběru podle zájmu.
Přiměřená výzva	Diferenciace učiva podle obtížnosti (kap. 3.11)	Žák má možnost volby obtížnosti úlohy.
Mezipředmětové vztahy s více atraktivními předměty	IT, přírodopis, zeměpis	Do výuky začleňujeme témata těchto předmětů.
Přizpůsobení obsahu výuky	Důraz na aktivity, jež žáka baví a přitom jsou hodnotné.	Frontální a demonstrační experimenty, využití výpočetní techniky a internetu ve výuce.
2) Expozice nového učiva		
<i>Nové učivo musí být osvojeno aktivně, nové poznatky se musejí stát pevnou součástí stávajících znalostí žáka. Informace jsou chápány jako stavební materiál řešení problémů.</i>		
Konstruktivistické pojetí výuky (kap. 3.3)	Žák buduje své poznatky na základě zkušeností poskytnutých aktivní činností ve vyučování.	Frontální skupinová práce ve fázi expozice nové látky.
Problémový výklad	Ve výuce je navozen problém, který žáka silně aktivizuje a motivuje.	K vyřešení problému musí žák získat potřebné informace.
Mentální mapování	Využití pojmových map.	Pomáhá lépe vybudovat vztahový rámec probíraným pojmům, nové informace jsou lépe asociovány se stávajícími vědomostmi a jsou tak rychleji vybavitelné a k dispozici pro další použití.
3) Aplikace a fixace učiva		
Řešení úloh	Problémové úlohy	Po zvládnutí úloh základní úrovně přichází na řadu řešení problémových úloh.
	Úlohy s neúplným zadáním a non-verbální úlohy (kap. 4.2.1)	Další fází je oddělení problému od potřebných informací, tento proces je velmi důležitý pro osvojení vhodných algoritmů řešení.
	Divergentní úlohy (kap. 4.3.3)	Tradiční matematické a fyzikální úlo-

		hy jsou čistě konvergentního charakteru (vyžadující konvergentní složku myšlení). Pro tvořivost je ovšem klíčová divergentní složka myšlení (kap. 2.3).
	Heuristika (kap. 2.13.2)	Žák si osvojuje některé metody tvůrčího řešení problémů, čímž se výrazně zvyšují jeho tvůrčí dovednosti a získává důležité pracovní kompetence.
	Mentální mapování (kap. 4.3.4)	Užití myšlenkové mapy při řešení problémů umožňuje problém a jednotlivé kroky k jeho vyřešení analyzovat, definovat informace potřebné k jeho vyřešení. Výrazně podněcuje kreativitu a umožňuje využít synergetický potenciál mozku.
4) Hodnocení		
<i>V tvůrčím procesu platí, že jedinec musí mít jednoznačnou a okamžitou zpětnou vazbu a musí být ke své činnosti silně motivován. Tuto roli plní ve výuce hodnocení, ve kterém obě tyto funkce částečně splývají. Motivace poskytovaná tradičním způsobem hodnocení je motivací vnější, přičemž pro tvůrčí činnost je klíčová především úroveň vnitřní motivace (viz první část této tabulky). Vnější motivace ve smyslu odměn a trestů má pro tvůrčí činnost minimální význam (tvořivý jedinec se odměňuje sám). Zásadní důležitost má tak především zpětnovazební složka hodnocení.</i> <i>V tvořivé výuce tradičních předmětů je nutné odlišit hodnocení tvůrčího výkonu od hodnocení znalostí žáků.</i>		
Hodnocení tvůrčího výkonu	Slovní individuální hodnocení	Zpětná vazba poskytnutá hodnocením tvůrčího výkonu žáka musí být bezprostřední, komplexní a individuální. V praxi to znamená slovní hodnocení vzniklého produktu včetně zhodnocení postupu vedoucího k tomuto produktu.
Hodnocení úrovně znalostí	Tradiční klasifikace	Tradiční pětistupňová klasifikace je přehledná a žáci i jejich rodiče jsou na tento typ hodnocení zvyklí. Obsah informace poskytované tímto hodnocením je velmi omezený. Tradiční postup v současných školách, kde žáci sbírají známky, z nichž je na konci pololetí vypočítán aritmetický průměr, nevypovídá o vývoji jedince. Tento druh hodnocení je pro žáka dosti stresující a současně vede k čistě vnější pragmatické motivaci k učení – sběr dobrých známek.
	Bodové hodnocení (kap. 3.7.1)	Lépe informuje o vývoji žáka v průběhu času, případný dílčí neúspěch se nepřenáší dál, bodovou ztrátu je možné cílevědomou snahou dohnat. Bodové hodnocení vede k pozitivní soutěživosti, je lépe motivující a méně frustrující.

		Lidé nejsou na tento druh hodnocení zvyklí.
	Kombinované hodnocení	Kombinuje výhody tradiční klasifikace a bodového hodnocení. Žák je za své výkony hodnocen pomocí bodů, na konci stanoveného období je podle dosaženého počtu bodů přiřazen klasifikační stupeň.

Tab. 4.4: Návrh metodiky tvořivé výuky fyziky.

Takto vytvořená struktura tvořivé výuky umožňuje sestavit výukovou jednotku, jenž by na základě teoretického rozboru problematiky kreativity měla vést k systematickému rozvoji kreativity žáka. Než přistoupím ke zhodnocení zkušeností s praktickým zařazením této metodiky, je nutné rozpracovat dvě oblasti, které se dosud v literatuře věnované metodice fyziky prakticky nevyskytovaly, ačkoliv z předchozí analýzy vyplývá jejich zásadní postavení ve výuce směřující k rozvoji tvořivosti. V první fázi je nutné zaplnit mezeru v metodologii fyziky v podobě divergentních fyzikálních úloh a dále uvedu některé náměty a doporučení pro využití mentálního mapování ve fyzice.

4.3.3 Divergentní fyzikální úlohy

Jde o úlohy vyžadující od žáka divergentní myšlení, jenž je zásadní složkou myšlenkových operací uplatňovaných v tvůrčím procesu. O tom, že teoretické závěry výzkumů v oblasti kreativity nebyly dosud dostatečně transformovány do školní výuky, svědčí fakt, že problematika divergentních úloh není dosud ani v obecné rovině příliš zpracována.

Pro potřeby své práce jsem vytvořil sadu námětů divergentních úloh vhodných pro výuku fyziky na základní škole. Všechny tyto náměty byly vyzkoušeny ve výuce a jsou dobře použitelné. U všech těchto úloh platí, že žáci musí být na podobný styl práce zvyklí a musí si osvojit některé postupy řešení (je potřeba určitého výcviku v řešení divergentních úloh). Úlohy mohou být řešeny skupinově nebo jednotlivcem. Zadávány mohou být přímo ve výuce, některé komplexnější úlohy jsou ovšem časově dosti náročné a je vhodnější zadávat je v rámci domácí přípravy nebo případně jako dlouhodobý domácí úkol. Výčet pochopitelně není úplný, vymýšlení nových námětů je otázkou tvořivosti učitele, kterému uvedené náměty mohou posloužit jako inspirace.

Některé náměty divergentních fyzikálních úloh

Navrhni příklad, aby výsledek byl...

Příklad:

Navrhni fyzikální úlohu, aby výsledek byl asi 1000 J.

Zvolený příklad poskytuje skutečně široký prostor pro žákovu tvorbu. Aby činnost sledovala cíle výuky, může učitel vymezit určitou oblast učiva (Vymysli úlohu na výpočet tepla, aby výsledek byl...).

U všech podobných úloh, stejně jako u dalších námětů platí, že učitel bude muset ze začátku věnovat určitý čas důslednému hodnocení, než si žáci na takový druh práce zvyknou. Žáci se ze začátku budou snažit vyřešit úlohu co nejrychleji a vynaložením co nejmenšího úsilí, přičemž budou odvádět nekvalitní práci. U všech divergentních úloh platí, že vyřešení samo není tak důležité, jako postup k jeho vyřešení!

Vhodné je zprvu poskytnout žákovi metodu, vysvětlit mu postup při řešení. Příklad postupu pro uvedenou úlohu je následující:

1. Určím druh počítané fyzikální veličiny podle její jednotky. Jednotku 1 J znají žáci osmého ročníku jako jednotku práce (mechanické, elektrické), mechanické energie (polohové, pohybové) a tepla. Pro ilustraci volíme mechanickou energii.
2. Uvědomím si postup při určování zvolené fyzikální veličiny. Polohová energie závisí na hmotnosti tělesa m , tíhovém zrychlení g a výšce h ($E_p = m \cdot g \cdot h$).
3. Vytvořím takovou konfiguraci, aby výsledek byl 1000 J.
 - a. Příklad: $m = 20 \text{ kg}$; $g = 10 \text{ N/kg}$; $h = 5 \text{ m}$

Zvolenou konfiguraci veličin „oživím“. To znamená, že si uvědomím, jaké těleso může mít hmotnost 20 kg a co se s ním může stát, aby se jeho polohová energie změnila o 1000 J.

Možný výsledek:

Opičák Alfons vyšplhal na svou oblíbenou větev, ze které má nejlepší přehled nad děním v džungli. Jak se přitom změnila jeho polohová energie, je-li Alfonsova hmotnost 20 kg a jeho větev se nachází 5 metrů nad zemí?

Kriteria hodnocení divergentních úloh vycházejí z teoretického rozboru strukturních složek tvořivosti, které jsem uvedl v kapitole 2.4. Považuji za dostatečné a praktické, jsou-li předmětem hodnocení úloh **fyzikální správnost, množství různých kategorií vymyšlených úloh a jejich propracovanost a originalita.**

Praktické zkušenosti umožnily stanovit určité obecné zásady pro realizaci tohoto a dalších podobných námětů:

- 1) Učitel musí neustále vyžadovat fyzikální správnost (v případě drobných nedostatků je vhodné úlohu využít k diskusi s třídou).
- 2) Musí žákům vysvětlit, že cílem je vytvořit co nejvíce odlišných (ale přitom vhodných) úloh, nikoliv stejnou úlohu s drobnými obměnami.
- 3) Úloha by měla mít konkrétní slovní podobu, nikoliv pouze „mrtvá“ čísla (viz následující námět divergentní úlohy – vypočítej a oživ příklad).

Uvedená úloha je velmi komplexní a v případě učiva, které je pro žáka nové a není dostatečně zažitě, je mnohdy poměrně složitá. Za určitý předstupeň této úlohy lze považovat následující námět.

Vypočítej a „oživ“ úlohu

Úloha je zadána pouze formou symbolů a čísel. Úkolem řešitele je určit, o jakou fyzikální veličinu se jedná, úlohu vypočítat a oživit ji, neboli vymyslet úloze smysluplné slovní zadání.

Příklad: Vypočítej a oživ následující úlohu.

$$\begin{aligned}m &= 2 \text{ kg} \\c &= 4180 \frac{\text{J}}{\text{kg} \cdot ^\circ\text{C}} \\ \Delta t &= 20 ^\circ\text{C} \\ Q &= ? \text{ J}\end{aligned}$$

Jedná se o jednoduchý, ale přitom dobře použitelný nástroj, který navíc, stejně jako předchozí úloha, dobře prověří žákovo porozumění probíranému učivu.

Vymysli úlohu k obrázku / videu

Žákovi je předložen obrázek či video a zadán úkol vymyslet k této předloze relevantní fyzikální úlohu. Často je vhodné (nebo nutné) omezit zadání na konkrétní oblast učiva. Zprvu je obrázek možné připravit jako zadání **nonverbální fyzikální úlohy**, kdy jsou přímo v obrázku uvedeny všechny nebo alespoň hlavní potřebné informace formou obrazové informace.

Navrhni pokus, kterým bys potvrdil...

Domnívám se, že zde není potřeba zvláštního komentáře. Učitel může například požádat žáky, aby navrhli co nejvíce způsobů, jak ověřit platnost určitého fyzikálního zákona. Zadání lze případně doplnit podmínkou použití určitého předmětu: „Navrhni co nejvíce způsobů, jak pomocí cihly ověřit platnost pravidla o rovnováze na dvouramenné páce.“

K čemu lze využít...

Úloha může být vtipným zpestřením výuky, je ale nutné ohlídat, aby se žáci příliš neodchýlili od cíle výuky. Aby učitel udržel aktivitu žáků v mezích výuky fyziky, je nutné zadání úlohy poněkud zúžit.

Příklad příliš širokého zadání: Navrhni, k čemu lze využít čajovou lžičku.

Úloha, která je jinak dobrým cvičením divergentních dovedností, je samozřejmě zcela nevhodná pro potřeby výuky fyziky. Aby úloha plnila svůj účel, je nutné zadat ji konkrétněji:

Navrhni, k čemu lze **ve fyzice** využít **hliníkovou** čajovou lžičku.

Možné odpovědi se okamžitě nabízejí: určení hustoty hliníku, zkoumání tepelné vodivosti kovů, ale třeba měření délky aj.

Navrhni zařízení, které... (uprav zařízení, aby...)

Úloha technicky tvořivého rázu. Ve své podstatě jde o obdobu úlohy „Navrhni pokus“.

Obdobou této úlohy jsou úlohy, kdy mají žáci na základě chování určitého zařízení odhalit mechanismus skrytý uvnitř tohoto zařízení (viz například úloha k obrázku 5.1).

Jak se změní svět, přestane-li existovat...

Přestane-li existovat (platit) zákon setrvačnosti; přestane-li existovat elektrická energie; přestane-li existovat tření atd.

Jde o vhodné náměty na společnou diskusi s možností překvapivých závěrů. Žák může taktéž dostat za úkol nakreslit svět, ve kterém neplatí některý fyzikální zákon.

Kreslicí divergentní úlohy

Divergentní úlohy, ve kterých má žák za úkol kreslit, jsou příjemným zpestřením. Vzhledem k časové náročnosti jsou takové úlohy ovšem určené spíše k domácí přípravě. Vhodné je jejich zařazení v rámci projektové výuky, kdy mohou žáci svůj úkol zpracovávat v hodinách výtvarné výchovy nebo informatiky a na závěr uspořádat výstavu svých výtvorů.

Nakresli obrázek, na němž bude těleso o určitých vlastnostech.

V šestém ročníku se žáci seznamují s některými fyzikálními veličinami, jako je délka, hmotnost, objem a další. Při té příležitosti mohou dostat za úkol nakreslit těleso o určitém objemu, hmotnosti, rozměrech, čímž si trénují svůj odhad. Požadavky kladené na obrázek mohou být komplikovanější – žák může například dostat za úkol nakreslit obrázek, na kterém budou spolu „účinkovat“ tělesa o hmotnostech 100 kg, 70 kg, 100 g a 1000 kg.

Nakresli obrázek, na němž bude probíhat určitý fyzikální děj.

Vhodným námětem budou některá abstraktnější témata, kdy úloha nutí žáka s pojmem pracovat a dát mu konkrétní podobu. Žák může dostat za úkol například nakreslit obrázek na téma tepelná výměna, difúze, sublimace a další.

Nakresli fyzikální zákon.

Úkol je obdobou předchozí úlohy. Příkladem může být úkol nakreslit obrázek na téma zákon setrvačnosti. Součástí obrázku bude slovní znění zákona.

Vytvoř zadání fyzikální úlohy beze slov; obrázek jako zadání příkladu.

Podstatou úkolu je vytvořit vlastní jednoduchou nonverbální úlohu (kap. 4.2.1). Žáci musí být dobře seznámeni s takovým typem úloh, v opačném případě by byl úkol pro žáka příliš abstraktní.

Nakresli vtip s fyzikální tematikou.

Úloha velmi vhodná například jako námět pro projekt zakončený školní výstavou zdařilých prací.

Příklad zařazení divergentních úloh do výuky

Divergentní úlohy lze do výuky zařadit zpravidla až ve chvíli, kdy si žák dostatečně osvojil probírané učivo a řešení základních úloh dané oblasti učiva. Podmínkou k řešení většiny úloh je totiž dobré porozumění probrané látce.

Postup může být následující:

Žáci ve výuce probrali výpočet tlaku. V první fázi aplikace nabytých poznatků žáci řeší tradiční konvergentní hotové úlohy. Ty graduji od základních jednoduchých úloh po úlohy problémové, při jejichž řešení žáci využívají různých heuristických postupů.

Následuje úloha typu „Vypočítej a oživ příklad na výpočet tlaku či tlakové síly“. Samotné vyřešení úlohy je v takové úloze víceméně banální, žák musí ovšem správně porozumět fyzikálnímu obsahu zadaných symbolů a čísel a vytvořit jedno nebo více možných smysluplných zadání řešené úlohy.

Dalším krokem je zadání složitější divergentní úlohy, např.: „Vymysli tři úlohy na výpočet tlaku, aby výsledky byly 1 Pa, 1 kPa a 1 MPa.“ *

* Divergentní úlohy je z počátku vhodné zadávat jako práci pro menší skupinky, které se společnou prací dostanou snáze ke správnému řešení.

Jako domácí úkol mohou žáci dostat některou časově náročnější divergentní úlohu, například: „Vymysli a nakresli více příkladů činností, při nichž záměrně zvyšujeme tlak způsobený určitou silou a činností, při nichž je tlak naopak snižován.“

4.3.4 Mentální mapování ve výuce fyziky na základní škole

Nástroj mentálního mapování byl dostatečně představen v kapitole 3.12. Nyní již pouze stručně uvedu několik námětů pro zařazení mentální mapy do výuky fyziky.

Když v tuto chvíli pomenu další využití mapování například ve fázi přípravy na hodinu atd. a zaměříme se na samotnou výuku, tak tento nástroj může být užitečný přinejmenším ve dvou směrech:

- V podobě pojmové mapy (viz kapitola 3.12) umožňuje, z důvodů uvedených v kapitole 3.12, efektivnější osvojování nových poznatků, lepší zapamatování a současně snazší vybavitelnost těchto poznatků v případě nutnosti jejich dalšího využití.
- Je užitečným a velice efektivním nástrojem při řešení problémů a problémových úloh.

Myšlenkové mapování jako metoda tvůrčího řešení problémů

S problematikou rozvoje tvůrčího řešení problémů jsem se v této práci již několikrát zabýval, naposledy v kapitole 4.2.1, kde byla řešena otázka rozvoje kreativity při řešení fyzikálních úloh. V této kapitole byla rovněž nastíněna hlavní úskalí tvůrčího řešení úloh. Především zde byla zmíněna potřeba osvojování správných algoritmů tvůrčího řešení žáky a odbourávání negativní tendence vytvářet zástupně zjednodušující algoritmy typu: „V příkladech na výpočet této veličiny musím vynásobit tři čísla.“

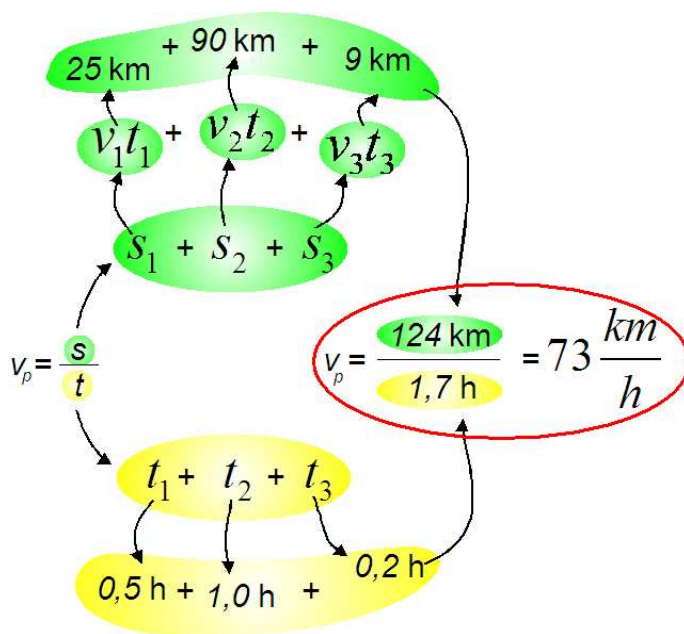
Didaktika fyziky má zpracovanou a léty ověřenou metodiku řešení fyzikálních úloh. K odstranění tendence vytvářet chybné algoritmy je ovšem možné tento standardní postup doplnit určitým diagramem myšlenkového postupu – myšlenkovou mapou – například ve fázi diskuse o postupu řešení zadané úlohy. Význam použití mapy spočívá právě v zobrazení analyticko-syntetických myšlenkových postupů, které jsou typické pro řešení složitějších fyzikálních úloh.

Na obrázku 4.2 je příklad myšlenkové mapy znázorňující analyticko-syntetický postup při řešení klasické úlohy na výpočet průměrné rychlosti nerovnoměrného pohybu tělesa.

Zadání úlohy může být následující:

Motocyklista se na své vyjíždce pohybuje prvních 30 minut průměrnou rychlostí 50 km/h, dále se po dobu 1 h pohybuje průměrnou rychlostí 90 km/h a v posledním úseku se pohybuje průměrnou rychlostí 45 km/h po dobu 12 minut. Urči průměrnou rychlost motocyklisty.

Řešitel vychází z obecného vztahu pro průměrnou rychlost a dále postupuje analyticky – do vztahu postupně dosazuje dílčí vztahy tak, aby veličiny v obecném vztahu nahradil známými veličinami uvedenými v zadání úlohy. Takto vyřeší odděleně celkovou dráhu a celkový čas pohybu a poté dílčí výsledky spojí.



Obr. 4.2: Myšlenková mapa – Analytické řešení fyzikální úlohy.

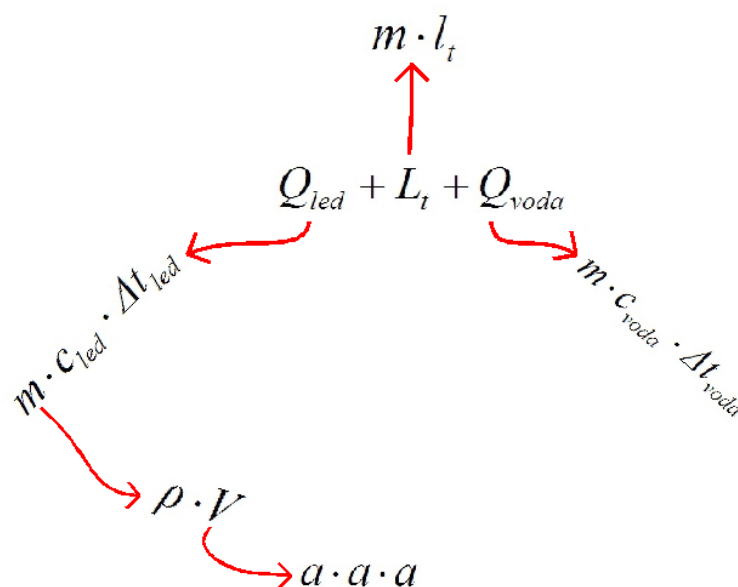
Důležité při použití myšlenkové mapy je, že řešitel nevidí hned celou hotovou mapu, ale je svědkem její tvorby nebo je v ideálním případě sám jejím tvůrcem. Může tedy názorně sledovat myšlenkový proces vedoucí k řešení úlohy. Mapa je tak tvořena během procesu řešení problému nebo během diskuse o možném řešení. Učitel může například na základě diskuse se žáky postupně mapu kreslit na tabuli. Ať už mapu kreslí učitel nebo žák, postup je vždy takový, že tvůrce mapy začíná od ústředního obecného vztahu, v tomto případě vztahu

pro průměrnou rychlost, a postupně mapu rozvíjí. Cílem by mělo být nejen názorně vysvětlit řešení určité úlohy či problému, ale především naučit žáka schopnosti takovou mapu sám vytvořit, což znamená, že je schopen uvědomit si a přesně zachytit svůj vlastní myšlenkový postup.

Řešení jiné, složitější úlohy, je na obrázku 4.3. Jde o úlohu na výpočet tepla:

Zadání úlohy: *Urči, kolik tepla musí přijmout kostka ledu (tvaru krychle) o délce hrany 2 cm, aby se změnila na kapalinu o teplotě 10 °C. Počáteční teplota ledu je – 5 °C.*

Jde o úlohu s neúplným zadáním, k jejímuž vyřešení je nutné některé údaje zjistit z jiných zdrojů (hustota ledu, měrná tepelná kapacita ledu a vody, skupenské teplo tání ledu).

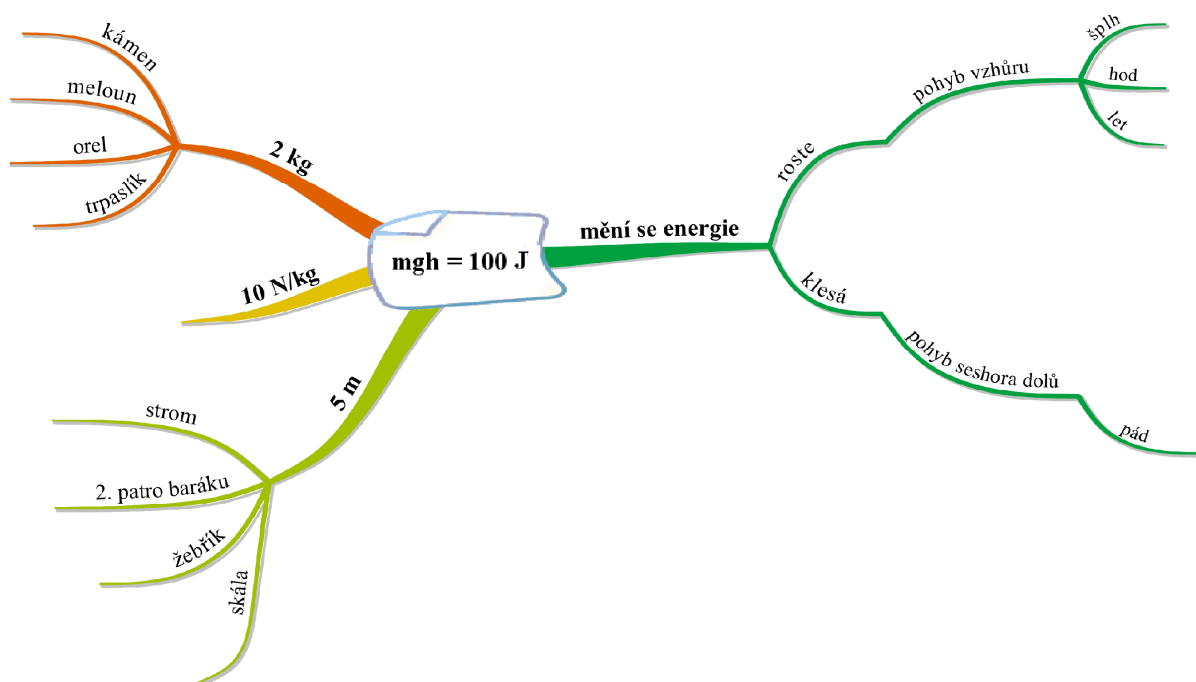


Obr. 4.3: Myšlenková mapa – struktura řešení úlohy.

Uvedená mapa přehledně a srozumitelně znázorňuje základní myšlenkový postup při řešení této úlohy. Je v ní znázorněna záměrně pouze základní struktura řešení uvedené úlohy. Konkrétní řešení je otázkou dalšího, víceméně standardního postupu. Vzniklá mapa je výsledkem předchozí analýzy zadané úlohy, během které žáci objeví základní myšlenku řešení úlohy, a sice že je nutné rozdělit řešení na tři části – ohřev ledu z teploty -5 °C na teplotu tání (v mapě označeno Q_{led}), samotné tání ledu, při níž těleso musí přijmout skupenské teplo tání (L_t) a ohřev vody z teploty tání na teplotu + 10 °C (Q_{voda}). V tuto chvíli začínají tvořit mapu –

postupně rozvíjejí jednotlivé větve, až všechny neznámé veličiny nahradí veličinami známými.

Myšlenkovou mapu je možné využít při řešení jiných než početních úloh, vzhledem ke schopnosti mentálního mapování podněcovat kreativitu je využití mentálního mapování obzvláště vhodné k řešení některých divergentních úloh (kap. 4.3.3). Příklad využití mapy v úloze divergentního typu je uveden na obrázku 4.4. Zadání zní: „Vymysli příklad na výpočet mechanické polohové energie, aby výsledek byl 100 J.“



Obr. 4.4: Rozbor řešení divergentní úlohy pomocí mentální mapy.

Na základě vytvořené mapy je možné pouhými kombinacemi uvedených prvků vymyslet celou řadu možných řešení zadané úlohy a to pouze pro jedinou číselnou konfiguraci

$$m = 2 \text{ kg}, g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}, h = 5 \text{ m}.$$

Jedno z mnoha možných řešení vytvořené s použitím uvedené mapy:

Zlobivý Jeníček hodil kámen o hmotnosti 2 kg svému sousedovi do okna. Jak se změnila polohová energie kamene, nachází-li se podlaha sousedova bytu 5 metrů nad hřištěm, na němž kámen původně ležel?

Závěr

Kapitola 4 je vyvrcholením předchozích kapitol, které se zabývaly rozvojem tvořivosti a tvořivou výukou v obecnější rovině. Jak jsem již naznačil, další fází mé práce bylo navrhovanou metodiku vyzkoušet. Následující kapitola seznamuje s výsledky tohoto „experimentu“.

5 Experimentální ověření navržené metodiky

Závěrečnou fází mé práce bylo ověření navržené metodiky v reálné výuce a vyhodnocení její účinnosti a použitelnosti vůbec. Hlavním cílem ovšem bylo získat s navrhovanou výukou praktické zkušenosti, odhalit a eliminovat případné nedostatky. Experiment byl uvažován jako jakýsi „předvýzkum“, po kterém by měl v budoucnosti následovat rozsáhlejší výzkum ověřující předběžné závěry této rigorózní práce. Považuji za nutné ještě jednou upozornit, že v tuto chvíli nejde o výzkum, protože statistická významnost získaných dat je vzhledem k malému rozsahu vybraného vzorku příliš malá. I tak byl ale experiment zdrojem cenných zkušeností, na nichž lze dále stavět.

5.1 Průběh experimentu

Pro byly vybrány dvě paralelní třídy sedmého ročníku základní školy. Jedna ze tříd byla náhodně určena jako experimentální skupina, druhá plnila funkci kontrolní skupiny. Výzkum proběhl v rámci tematického celku vlastnosti kapalin a plynů.

- **Výuka v experimentální skupině** probíhala podle zásad navržené metodiky s důrazem na skupinovou práci, řešení divergentních úloh a využití myšlenkových a pojmových map. Změněn byl též systém hodnocení, kdy byli žáci hodnoceni systémem bodování (podrobněji je rozveden dále).
- **Výuka v kontrolní skupině** byla vedena tradičním způsobem. Ve výuce byly zařazovány demonstrační experimenty a v menší míře i experimenty frontální. Problémová metoda byla zařazována především formou problémových otázek. Závěry byly vyvozovány převážně formou heuristického rozhovoru.

5.2 Výuka v experimentální skupině

Na začátku probíraného tematického celku, který byl vybrán pro experiment, byla se žáky sepsána „dohoda“, která měla za cíl netradičním způsobem žáky motivovat a současně seznámit s novým – bodovým – systémem hodnocení.

Bodové hodnocení bylo navrženo následovně:

- Za každou hodinu je každému žákovi, který se aktivně zapojoval do výuky, připsán **1 bod**.
- Za splnění domácího úkolu žák získává **2 body**, pokud je domácí úkol zpracován kvalitně, **1 bod**, pokud jsou v úkolu neúmyslné chyby, **0 bodů**, pokud žák zadaný úkol nedonese ve stanovený čas.
- Písemné práce jsou hodnoceny rovněž pomocí bodů. Za malé kontrolní písemné práce může žák získat **0 až 5 bodů**. Za velkou závěrečnou písemnou práci může žák získat **0 až 10 bodů**.
- Další body je možné získat po dohodě s učitelem za individuální úkoly, referáty, speciální domácí úkoly atd.
- Ústní zkoušení a výjimečná aktivita v hodině se do bodového systému nezapočítává, ale je klasifikována zvlášť tradičním způsobem pomocí známek.

Sankce:

- Porušením některé z dohodnutých povinností bude viník potrestán odebráním **1 až 3 bodů** podle závažnosti přestupku. Bude-li viníkem žák, o výši sankce rozhodne učitel ve spolupráci se zbytkem třídy. Nesplní-li učitel některou svou povinnost, budou všem žákům připsány **2 body**.
- Body budou odebírány především, nedonese-li žák domácí úkol ani v opravném termínu a při závažném narušení výuky nevhodným chováním.

Na závěr tematického celku je na základě celkového možného počtu získaných bodů stanovena klasifikace za celý tematický celek.

5.2.1 Příklad vyučovací hodiny

1) Téma hodiny: Závislost hustoty kapaliny na teplotě, teplotní anomálie vody

Opakování: Vlastnosti kapalin a plynů

Pracovní list – Skupiny žáků mají za úkol seřadit připravené lístečky s vypsány vlastnostmi kapalin a plynů do předkreslené pojmové mapy. Provádějí přitom jednoduchý experiment s injekčními stříkačkami na ověření stlačitelnosti kapalin a plynů.

Expozice nového učiva:

Závislost hustoty kapaliny na teplotě

Experiment se slepým teploměrem na demonstraci teplotní roztažnosti kapalin (návod uveden v pracovním listu).

Žáci ve skupině diskutují nad otázkami:

1. Jak se změnil objem kapaliny ve slepém teploměru po ponoření baňky teploměru do kádinky s ohřátou vodou?
2. Jak se změnila hmotnost kapaliny (nemohou experimentálně ověřit, odpovídají na základě správných představ o hmotnosti a jejím zachování)?
3. Jak se změnila hustota kapaliny (odpovídají na základě předchozích závěrů)?

Následuje vyhodnocení správného řešení.

Anomálie vody

Učitel předloží obrázek zamrzlého jezera. Ptá se žáků, jak je možné, že voda nezmrzne v celém svém objemu a že led plave na hladině? – Odpovědí je, že led má nižší hustotu než kapalná voda => rozpor s předchozím zjištěním, že hustota kapaliny nepřímo úměrná její tep-

lotě => Učitel obeznámí žáky s pojmem teplotní anomálie vody a dále se žáky diskutuje důsledky tohoto jevu.

Shrnutí a zápis do sešitu + překreslení vzniklé pojmové mapy.

Zadání domácího úkolu:

1. PET láhev o objemu 0,5 litru naplň zcela vodou a nech v mrazáku zmrznout. Poté láhev vyjmi a nech při pokojové teplotě led v láhvi opět tát. Popiš, co pozoruješ.
2. Týdenní domácí úkol: Nakresli obrázek nebo vymysli vtip na téma „**Teplotní anomálie vody**“.

2) Téma hodiny: Šíření tlaku v tekutinách, Pascalův zákon

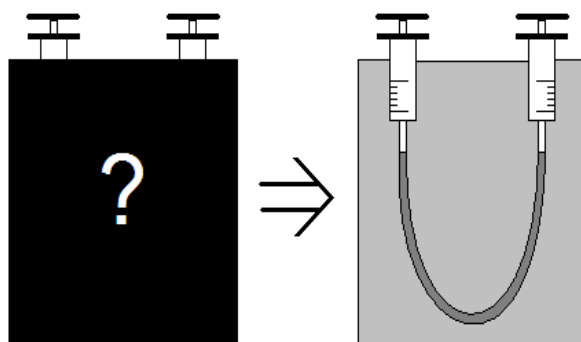
Průběh hodiny

Opakování: Závislost hustoty kapaliny na teplotě, teplotní anomálie vody - rozbor domácího úkolu, diskuse (viz předchozí hodina)

Expozice nového učiva:

Šíření tlaku v kapalině, Pascalův zákon

„Černá skříňka“ (viz obr. 5.1) – krabice jsou vyvedeny dvě injekční stříkačky. Zmáčkne-li žák jednu stříkačku, píst druhé stříkačky se vysune. Žáci ve skupině diskutují o použitém mechanismu uvnitř krabice, pokouší se navrhnout vlastní mechanismus. Skutečné řešení je patrné z následujícího obrázku, injekční stříkačky jsou spojeny hadičkou s vodou. Tlak se kapalinou šíří ke druhé stříkačce, kde tlaková síla vytlačí píst stříkačky.



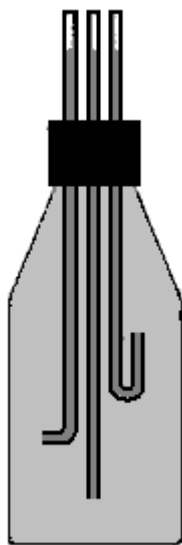
Obr. 5.1: Pohled do „černé skříňky“ se skrytým mechanismem.

Po ukončení diskuse a zhodnocení návrhů otevře učitel krabici a stříkačky vyjme. Spolu se žáky studuje vlastnosti tohoto zařízení.

Dílčí závěr: Tlak způsobený vnější tlakovou silou na stěny nádoby se šíří kapalinou.

Úkol: Navrhněte ve skupině experiment, pomocí něhož byste ověřili, ve kterém místě uzavřené nádoby je největší tlak?

Po diskusi a zhodnocení návrhů předvede učitel tradiční demonstrační experiment na ověření Pascalova zákona (viz obr. 5.2)



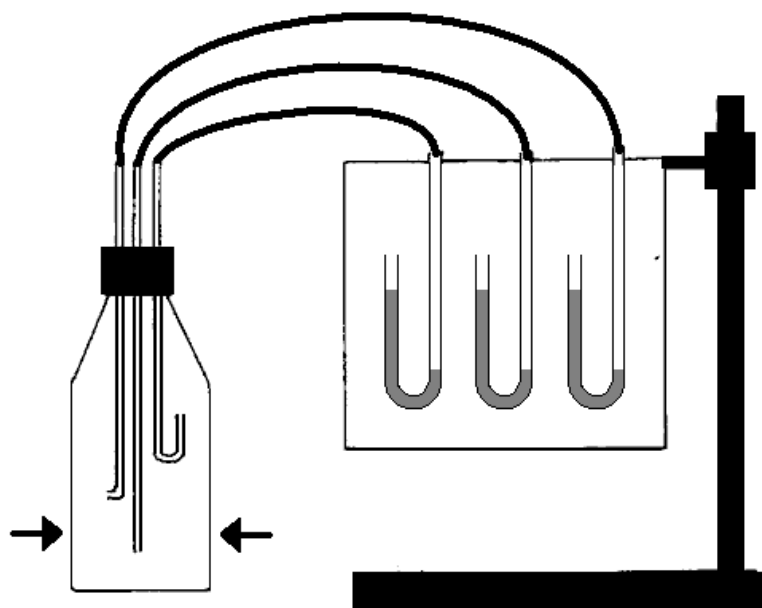
Obr. 5.2: Demonstrace Pascalova zákona pomocí nádoby s trubičkami.

Shrnutí a zápis do sešitu – Šíření tlaku v kapalinách, Pascalův zákon

Pascalův zákon pro plyny

Úkol pro diskusi ve skupinách: Navrhněte, jak upravit experiment s nádobou s trubičkami, abyste ověřili platnost Pascalova zákona v plynech.

Odpověď spočívá v použití trubic tvaru U, jež jsou jedním koncem spojeny s trubičkami v nádobě (obr. 5.3). Nepřijdou-li žáci sami na řešení, vyučující předvede experiment (obr. 5.3) a se žáky diskutuje funkci (žáci neznají princip kapalinového U-manometru).



Obr. 5.3: Pascalův zákon v plynech

Otázka: Setkal(a) jsi se někdy se zařízením využívajícím ke své funkci Pascalův zákon? – Odpověď je například zavlažovač či zemědělský postřikovač.

Téma hodiny: Opakovací hodina

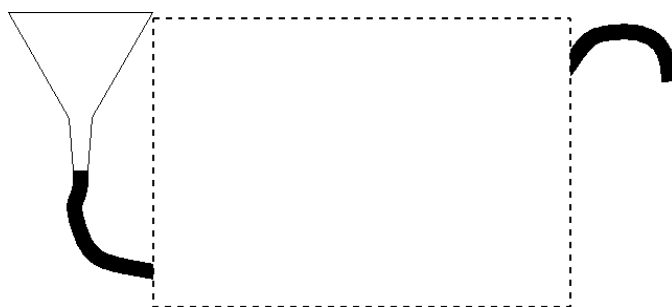
Žáci pracují v malých skupinkách. Tématem opakování je tlak plynu, Archimédův zákon v plynech.

Úkoly jsou žákům předloženy na začátku hodiny v podobě pracovního listu. Všechny skupiny ovšem postupují současně, pod vedením učitele, čímž je zabráněno určité živelnosti. K řešení další úlohy přistupují žáci až v okamžiku, kdy daný úkol vyřešily úspěšně všechny skupiny. Skupinová práce spočívá především ve vzájemné poradě před vyslovením odpovědi.

1) Přeměna vody na „víno“

Učitel ve spolupráci s asistujícími žáky předvádí „tajemný přístroj“, jenž dokáže přeměňovat vodu na víno – nalije-li jeden ze žáků do trychtýře čistou vodu, z hadičky na druhé straně přístroje začne vytékat červená kapalina (například voda se sirupem).

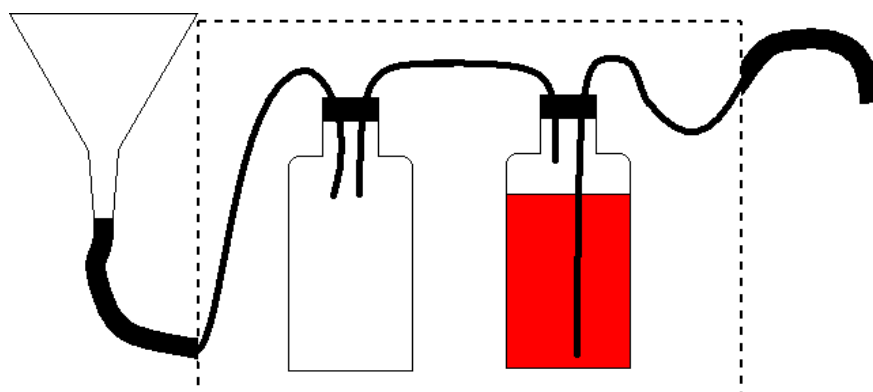
Úkol pro skupinky žáků zní: Zkus vymyslet, co se skrývá uvnitř tajemného přístroje (obrázek 5.4):



Obr. 5.4.: Přístroj přeměňující vodu na víno – žáci mají za úkol do prázdného prostoru zakreslit možný mechanismus.

Pro zmatení žáků mohou být z přístroje vyvedeny vodiče a přístroj může být zdánlivě připojen do elektrické sítě. Teprve později učitel vodiče odstraní a ukáže žákům, že funkce přístroje se nijak nezměnila.

Použité řešení je znázorněno na obrázku 5.5: Čistá voda z trychtýře vtéká do prázdné nádoby. Ve spojených nádobách se zvyšuje tlak plynu a vzniklý přetlak v nádobě vytlačuje obarvenou kapalinu ven hadičkou.



Obr. 5.5: Řešení úlohy – přeměna vody na víno.

2) Jednotky tlaku

Čech, Američan a Ital se přes ICQ baví o počasí. Když dojde řeč na tlak vzduchu:

- Čech: „Dneska u nás hlásí přesně jednu atmosféru.“
- Američan: „U nás hlásí tlak 0,9 baru.“

- Ital: „Rtuť v Torricelliho trubici dnes vyšplhala do výšky 765 milimetrů.

Ze zeměpisu víš, že oblast tlakové výše znamená hezčí počasí. Kterému z účastníků rozhovoru pošlou zbývající dva závistivého „smajlíka“?

3) Experimentální úloha

Žáci provádí jednoduchý experiment a poté diskutují vysvětlení pozorovaného experimentu v rámci rozhovoru s učitelem. Samostatná skupinová diskuse by v tuto chvíli byla sice velmi vhodná, vzhledem k dalším řešeným úkolům ovšem časově příliš náročná.

Úkol: Plastovou trubičku ponoř do kádinky s vodou, horní konec trubičky ucpi prstem a trubičku z kádinky vytáhni. Poté nad kádinkou konec trubičky opět uvolni.

4) Početní úloha

Vypočítej následující úlohu:

$$V = 0,2 \text{ m}^3$$

$$\rho = 1,3 \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$g = 10 \frac{\text{N}}{\text{kg}}$$

$$F_{\text{vz}} = ? \text{ N}$$

Domácí úkol: Nakresli jednoduchý obrázek, který by mohl být zadáním předchozí úlohy.

5.3 Vyhodnocení experimentu

V závěrečné fázi mojí práce se žáky, po probrání předem stanoveného tematického celku, byl žákům obou tříd předložen test, jehož cílem bylo porovnat výsledky tradiční výuky a výuky vedené s důrazem na rozvoj kreativních dovedností.

Test sestával ze třech částí:

1. Základní úroveň poznatků tematického celku kapaliny a plyny. Tato část celku měla prověřit, nakolik se liší úroveň osvojení nových poznatků u žáků vyučovaných tradiční formou a žáků experimentální skupiny.
2. „Slepá pojmová mapa“. Žáci měli za úkol do předkreslené mapy doplnit vybrané pojmy. Tato část testu doplňovala první část a zároveň zjišťovala schopnost žáků v obou třídách chápat vztahy a souvislosti mezi pojmy.
3. Test kreativních dovedností. Klíčovou součástí testu bylo zjišťování úrovně tvůrčích dovedností a schopnosti tvůrčího řešení problémů. Jednotlivé úkoly svým obsahem sice vycházeli z probrané oblasti učiva, úroveň znalostí učiva ovšem nebyla součástí hodnocení těchto úloh. Hodnotícími kritérii se budeme zabývat podrobněji dále.

5.3.1 Rozbor testových položek a jejich řešení v obou skupinách

Dále se budeme zabývat jednotlivým testovým položkám a výsledkům žáků experimentální a kontrolní skupiny v jednotlivých oblastech testování.

Část 1 – Základní poznatky

Celkový počet bodů za tuto část testu: 10 bodů

1. *Největší současný český horkovzdušný balon určený pro 18 osob má objem 8500 m^3 . Urči velikost vztlakové síly působící na balon (3 body).*

Žáci měli za úkol provést výpočet vztlakové síly ve vzduchu a označit správnou odpověď. V úloze nejsou záměrně uvedeny všechny potřebné údaje, žáci měli k dispozici tabulku

s hustotami vybraných látek. Cílem bylo ověřit, nakolik jsou žáci schopni porozumět zadání a aktivně vybrat potřebné údaje (někteří žáci v obou skupinách například v důsledku nedostatečného rozboru úlohy dosazovali do výpočtu vztlakové síly počet osob, pro které je balon určen).

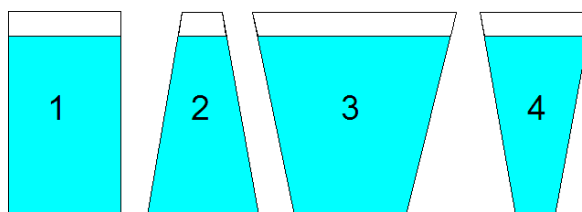
Následující tabulka uvádí relativní počet řešitelů, kteří v dané úloze dosáhli plného počtu bodů:

<i>Relativní úspěšnost řešení úlohy</i>	
<i>Skupina</i>	<i>Relativní počet úspěšných řešitelů [%]</i>
Experimentální skupina	58 %
Kontrolní skupina	52 %

Tab. 5.1: Relativní úspěšnost řešení úlohy č. 1 v obou skupinách.

2. Na obrázku (obr. 5.6) jsou nádoby **různého tvaru**. Všechny nádoby jsou naplněny **stejnou kapalinou**, **hladina** kapaliny je ve všech nádobách **ve stejné výšce** a **kromě nádoby č. 4** mají všechny nádoby **stejný obsah plochy dna**. Užitím znamének $< > =$ porovnávej **velikost tlakové síly působící na jejich dno** (2 body).

$$\begin{array}{ll} F_{h1} & F_{h2} \\ F_{h1} & F_{h3} \\ F_{h1} & F_{h4} \\ F_{h2} & F_{h3} \end{array}$$



Obr. 5.6: K úloze č. 2.

Úloha ověřuje úroveň osvojení pojmu **hydrostatická tlaková síla** a pojmu, jenž je odvozen na základě studia vlastností hydrostatické tlakové síly – tzv. **hydrostatického paradoxu**. Žák má rozhodnout, že na dno nádob č. 1, č. 2 a č. 3 působí stejně veliká tlaková síla nezávisle na objemu kapaliny v nádobě. Na dno nádoby č. 4 působí tlaková síla menší.

<i>Relativní úspěšnost řešení úlohy</i>	
<i>Skupina</i>	<i>Relativní počet úspěšných řešitelů [%]</i>
Experimentální skupina	37 %
Kontrolní skupina	26 %

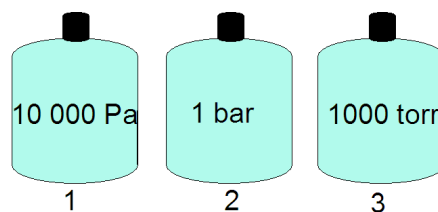
Tab. 5.2: Relativní úspěšnost řešení úlohy č. 2.

3. Na obrázku (obr. 5.7) jsou tři tlakové nádoby naplněné plynem. Podle údajů na nádobách rozhodni, ve které z nádob je tlak plynu největší a ve které naopak nejmenší (3 body).

- a) **Zakroužkuj** obrázek té nádoby, do které po otevření ventilu začne proudit vzduch z okolí nádoby.
b) **Podtrhni** obrázek nádoby, v níž je **přetlak** plynu.

Největší tlak je v nádobě č.:

Nejmenší tlak je v nádobě č.:



Obr. 5.7: K úloze č. 3.

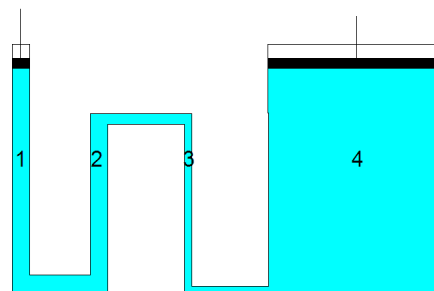
Úloha předpokládá znalost převodních vztahů mezi používanými jednotkami tlaku a dále znalost pojmů přetlak a podtlak.

<i>Relativní úspěšnost řešení úlohy</i>	
<i>Skupina</i>	<i>Relativní počet úspěšných řešitelů [%]</i>
Experimentální skupina	25 %
Kontrolní skupina	4 %

Tab. 5.2: Relativní úspěšnost řešení úlohy č. 2.

4. Na obrázku (obr. 5.8) je hydraulické zařízení. Na menší z pístů působí vnější tlaková síla. Rozhoduj o pravdivosti tvrzení a pravdivé tvrzení označ (2 body).

- a) **Největší** tlak je v **místě 1**, protože je nejbližší působišti tlakové síly.
b) **Největší** tlak je v **místě 2**.
c) **Největší** tlak je v **místě 3**, protože v tomto místě je trubice nejtenčí.
d) **Největší** tlak je v **místě 4**, pod větším pístem.
e) Tlak je ve všech místech **stejně veliký**.



Obr. 5.7: K úloze č. 3.

Na základě znalosti Pascalova zákona žák rozhoduje, že tlak způsobený vnější tlakovou silou je ve všech místech nádoby stejně veliký nezávisle na tvaru nádoby.

Relativní úspěšnost řešení úlohy	
Skupina	Relativní počet úspěšných řešitelů [%]
Experimentální skupina	83 %
Kontrolní skupina	65 %

Tab. 5.3: Relativní úspěšnost řešení úlohy č. 2.

Nejčastější chybou bylo, že žáci označili za místo největšího tlaku č. 4. Příčinou této chyby je záměna pojmu tlak a tlaková síla, která na větší z pístů působí skutečně větší než původní tlaková síla působící na menší píst (v čemž spočívá přínos využití hydraulických zařízení).

Část 1 – shrnutí

Výsledky první části testu naznačují, že žáci experimentální skupiny byli úspěšnější při řešení tradičních úloh na úrovni základních znalostí. Tento závěr je nutné v budoucnosti ověřit v rámci rozsáhlejšího výzkumu.*

	E	K
Počet respondentů:	24	23
Průměrný počet bodů:	6,4	5,4
Počet řešitelů s počtem bodů ≥ 9 :	4	3
Nejmenší dosažený počet bodů (počet řešitelů):	3 b. (2)	1 b. (2)

Tab. 5.4.: Vyhodnocení výsledků testu – část 1.

E ... experimentální skupina

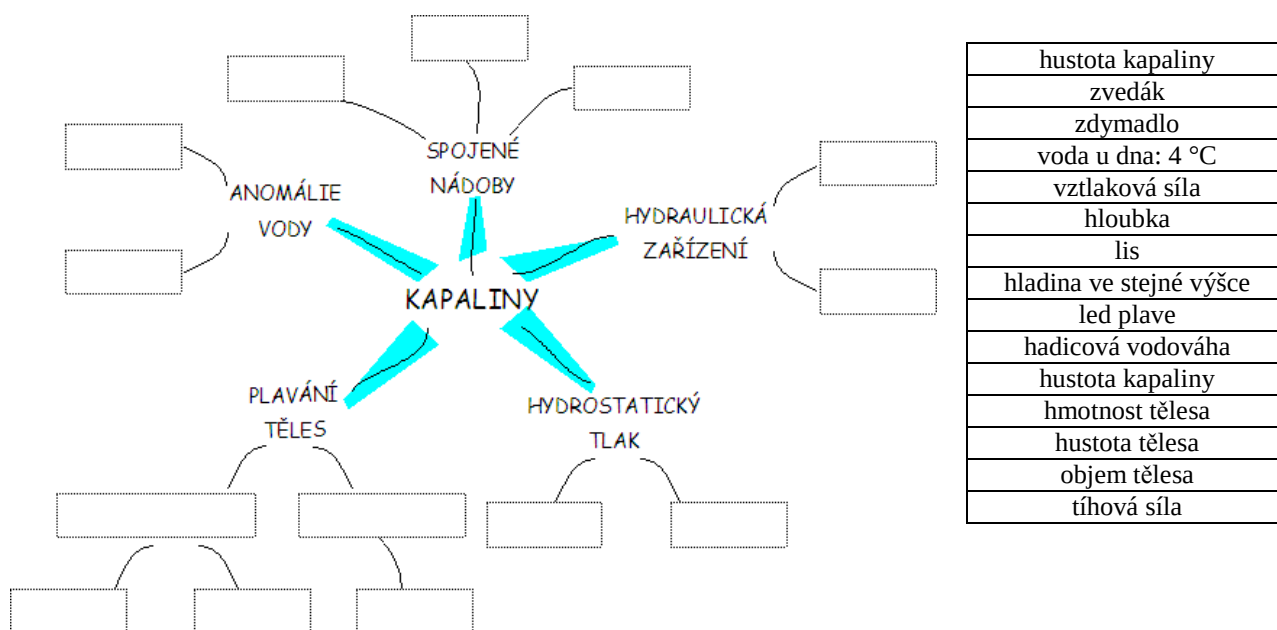
K ... kontrolní skupina

Část 2 – Pojmová mapa

Zadání druhé části testu je na obrázku 5.8. Žáci měli za úkol vpisovat do prázdných políček nejvhodnější pojmy ze seznamu vedle předkreslené mapy tak, aby naznačené relace dávaly smysl. Současně mohli žáci vkreslovat nové větve a další pojmy podle vlastního uvážení (této možnosti využil pouze jeden žák). Existuje více možných řešení této úlohy.

* V průběhu experimentu byly oběma skupinám zadávány krátké kontrolní písemné práce, ve kterých byli žáci kontrolní skupiny často dokonce úspěšnější než žáci experimentální skupiny. Tyto krátké práce byly ovšem menšího rozsahu (pouze na jednu právě probranou látku) a podstatnou část těchto kontrolních prací tvořilo řešení tradičních kvantitativních úloh. Žákům kontrolní skupiny tedy patrně více vyhovovaly úlohy, u nichž mohli uplatnit zapamatované informace a nacvičené postupy řešení.

Do hodnocení byly započítány všechny pojmy, jejichž zařazení bylo vzhledem k uvedeným relacím alespoň částečně uznatelné.



Obr. 5.8 – Předkreslená pojmová mapa.

Část 2 - shrnutí

	E	K
Průměrný počet bodů:	6,4	5,4
Počet řešitelů, kteří dosáhli plného počtu bodů:	10	2
Počet řešitelů s počtem bodů 0:	3	8

Tab. 5.5.: Vyhodnocení výsledků testu – část 2.

E ... experimentální skupina

K ... kontrolní skupina

Domnívám se, že rozdíl ve výsledcích experimentální a kontrolní skupiny je způsobený především tím, že žáci kontrolní skupiny nemají, na rozdíl od žáků experimentální skupiny, s podobnými úlohami žádné předchozí zkušenosti. Výsledek přesto naznačuje, že tvořivá výuka přispěla k pochopení vztahů mezi pojmy lépe, než výuka tradiční, opět je ovšem nutné tento závěr ověřit rozsáhlejším výzkumem.

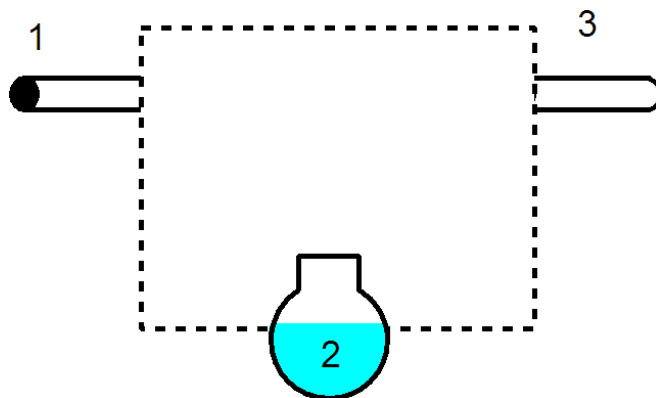
Část 3 – Tvůrčí dovednosti

Následuje vyhodnocení čtyř úloh na zjišťování tvůrčích dovedností. Předmětem hodnocení nebylo pouze splnění úloh či fyzikální správnost, ale zároveň **originalita** řešení, **propracovanost** a **množství použitých kategorií** (množství typově rozdílných řešení). Konkrétní hodnocení bylo následující:

- Splnění úkolu (žák úkol řešil a navrhované řešení bylo funkční): 1 bod
- Originalita řešení: 0 – 3 body (0 – velmi málo originální; 3 – vysoce originální)
- Propracovanost řešení: 0 – 3 body (0 – málo propracované; 3 – vysoce propracované)
- Množství kategorií: 1 bod za každé typově odlišné uznatelné řešení

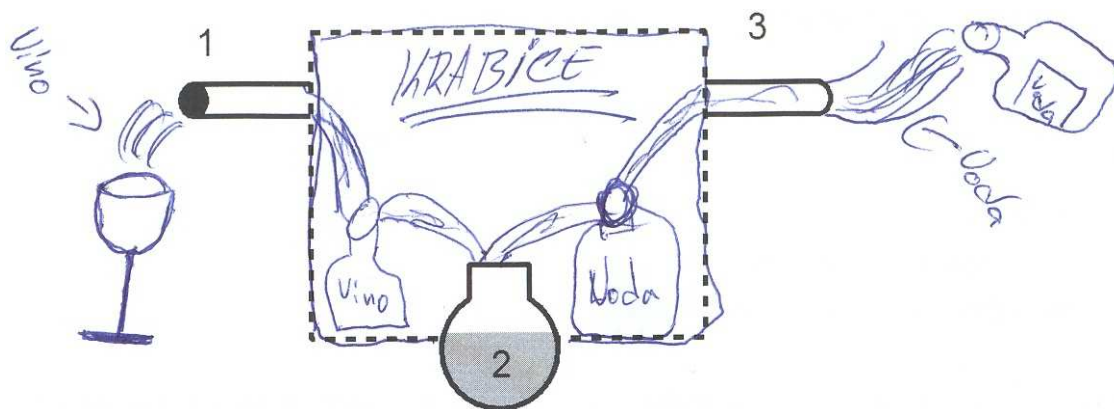
Uvedené hodnocení je poměrně hrubé, podle mého názoru je ovšem dostatečné k porovnání výsledků obou skupin.

1. Uvnitř krabice na obrázku (obr. 5.9) je ukryté neznámé zařízení. Když foukneš do trubice č. 1, kapalina z nádoby č. 2 začne vytékat z trubice č. 3. Navrhni, jaký mechanismus by se mohl ukrývat uvnitř krabice (můžeš navrhnout více možností):



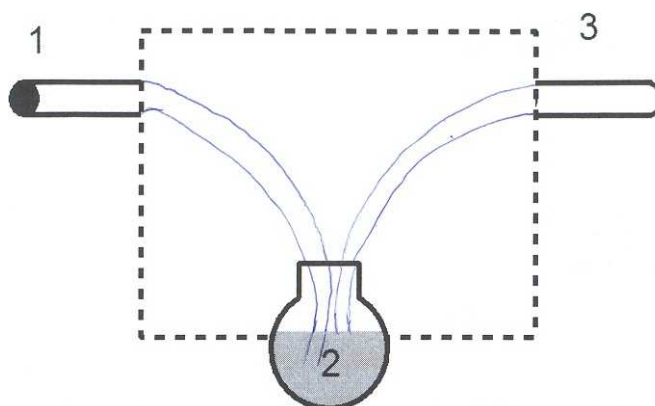
Obr. 5.9: K úloze č. 1.

Při řešení úlohy byli žáci obou skupin značně ovlivněni svou předchozí zkušeností. V jedné z předchozích hodin byl žákům předveden podobný experiment – přeměna vody na víno (viz kapitola 5.3.1, obrázek 5.5), který některé řešitele jednoznačně ovlivnil. Příklad takového řešení je na obrázku 5.10.



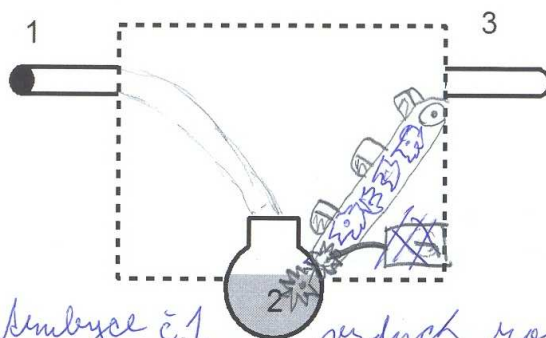
Obr. 5.10: Řešení úlohy č. 1 negativně ovlivněné předchozí zkušeností žáka. Hodnocení řešení: splnění – 1b.; originalita – 0b.; propracovanost – 2b.; množství kategorií: 1b. Řešitel byl žákem kontrolní skupiny.

Nejčastější řešení představuje obrázek 5.11. Řešitel byl opět ovlivněn experimentem pozorovaným ve výuce. Žák je orientován na splnění úkolu a dále s řešením nijak nepracuje. Toto typické řešení bylo podle očekávání relativně častější v kontrolní skupině.



Obr. 5.11: Nejčastější řešení úlohy č. 1 v tvůrčí části testu. Hodnocení řešení: splnění – 1b.; originalita – 0b.; propracovanost – 0b.; množství kategorií: 1b. Řešitel byl žákem kontrolní skupiny.

Příkladem tvůrčího řešení úlohy je obrázek 5.12. Žák své řešení doplňuje vysvětlujícím textem: „Foukneme do trubice č. 1, vzduch roztočí vrtulku s ozubeným kolečkem, to rozhýbe kolečkový systém. Okolo koleček je pás, kde jsou přidělané nádoby. Jak se točí kolečka, malé nádoby nabírají vodu do trubice.“



Fouknem do kumbyce č.1. vzduch roztlačí vodu a s ozubeným kolečkem roztlačí kolečkový systém. možná je také, že je pás kde jsou přidělané nádoby. jako když držíte...

Obr. 5.12: Řešení úlohy č. 1 v tvůrčí části testu. Hodnocení řešení: splnění – 1b.; originalita – 3b.; zpracovanost – 3b.; množství kategorií: 1b. Řešitel byl žákem experimentální skupiny.

Z dalších použitých kategorií stojí za zmínku řešení použité jiným žákem experimentální skupiny: Kapalinu do trubice pohání cvičený křeček v běhacím kolečku. Křeček je „aktivován“ krmením, které je k němu foukáním dopraveno.

3. část - vyhodnocení úlohy č. 1		
	E	K
Průměrný počet bodů:	3,9	2,6
Počet žáků, kteří úkol neřešili vůbec:	0	2

Tab. 5.6.: Vyhodnocení úlohy.
E ... experimentální skupina
K ... kontrolní skupina

2. Vyber z tabulky libovolnou kapalinu a použij její hustotu pro dopočítání následujícího příkladu a k příkladu vymysli vtipné zadání:

$$h = 1\text{m}$$

$$\rho = \dots\dots\dots \frac{\text{kg}}{\text{m}^3}$$

$$p_h = ?\text{Pa}$$

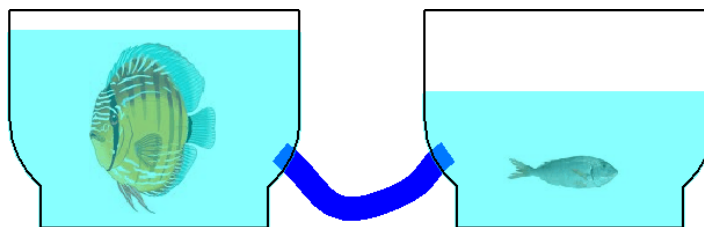
Ve druhém úkolu jde o divergentní fyzikální úlohu typu „Vypočítej a oživ“ (viz kapitola 4.3.3). Žákům byl přidělen bod za vyřešení i tehdy, když pouze vypočítali příklad, ale nevy-mysleli žádné k úloze žádné zadání. Předmětem hodnocení tvůrčích dovedností bylo ovšem

právě vymyšlené zadání. Žáci měli k dispozici kartičky s uvedenými hustotami vybraných látek, pro vyřešení.

3. část - vyhodnocení úlohy č. 2		
	E	K
Průměrný počet bodů:	3,4	1,6
Počet žáků, kteří zadání úlohy nevymysleli:	4	14

*Tab. 5.7.: Vyhodnocení úlohy.
E ... experimentální skupina
K ... kontrolní skupina*

3. Na obrázku (obr. 5. 13) jsou dvě akvária spojená trubicí. Pokus se vymyslet, proč není hladina v obou akváriích ve stejné výšce (důvodů může být mnoho):



Obr. 5.13: zadání úlohy č. 3 třetí části testu.

Žáci mají za úkol vymyslet důvody, proč hladina kapaliny ve spojených nádobách není vyrovnaná. Na této úloze získali žáci nejvíce bodů a to především proto, že u této úlohy uváděli více možných řešení, získali tedy více bodů za množství kategorií.

Pro ilustraci uvádíme různé kategorie řešení (některé jsou fyzikálně nepřesné) s počtem žáků obou skupin, kteří toto řešení v různých formulacích uvedli:

Typické řešení	Počet řešitelů v experimentální skupině	Počet řešitelů v kontrolní skupině
Ryba v prvním akváriu má větší objem, vytlačuje tedy větší objem kapaliny	15	14
Trubice je ucpaná, hladina se nemůže vyrovnat.	12	7
Pravé akvárium je ve skutečnosti ve větší výšce.	5	1
Je rozdíl v tlaku plynu nad hladinou kapaliny v obou nádobách.	3	2
Ryba v pravém akváriu vodu upila.	1	2
V nádobách jsou kapaliny o různých hustotách.	3	-
Kapalina se právě vyrovnává.	2	-
Ryba v pravém akváriu vodu vycákala.	2	-
Situace je znázorněna ve špatném měřítku, levá nádoba je na obrázku zvětšena.	1	1
Pravé akvárium je nakloněné.	-	1
Nádoby ve skutečnosti nejsou spojené, co vypadá jako hadice, ve skutečnosti není hadice.	1	-
V pravém akváriu je nalito méně vody.	1	-

Tab. 5.8: kategorie řešení úlohy č. 3 třetí části testu.

3. část - vyhodnocení úlohy č. 3		
	E	K
Průměrný počet bodů:	4,7	3,7
Počet žáků, kteří úkol neřešili vůbec:	0	0

Tab. 5.9.: Vyhodnocení úlohy.

E ... experimentální skupina

K ... kontrolní skupina

Žáci experimentální skupiny dosáhli i v této úloze vyššího počtu bodů, bodový zisk spočíval především ve větším počtu uváděných kategorií řešení (jak je patrné z tabulky 5.8).

4. Vymysli, jak lze využít PET lahev při určování velikosti hydrostatického tlaku v kapalině.

Tato úloha se jevila pro žáky jako nejobtížnější. Potíže spočívaly v nedostatečném osvojení pojmu hydrostatický tlak. Úloha byla formulována záměrně dosti volně. PET láhev nemusela být podle zadání použita k samotnému měření tlaku, ale při měření (tedy například jako nádoba na kyslík pro potápěče, jenž bude hydrostatický tlak měřit). Z řešitelů v obou testovaných skupinách ovšem tuto bariéru PET lahve jako měřicího prvku nepřekonal nikdo.

Láhev měla sloužit k měření hydrostatického tlaku nejčastěji na základě určování její deformace. V několika případech sloužila jako nádoba na kapalinu, jejíž hydrostatický tlak je měřen.

3. část - vyhodnocení úlohy č. 4		
	E	K
Průměrný počet bodů:	2,5	1,3
Počet žáků, kteří úkol nevyřešili vůbec:	0	2

*Tab. 5.10.: Vyhodnocení úlohy.
E ... experimentální skupina
K ... kontrolní skupina*

Jak je patrné z tabulky 5.10, i v této poslední úloze byly patrné určité rozdíly ve prospěch experimentální skupiny.

Část 3 – shrnutí

	E	K
Průměrný počet bodů:	14,5	9,2
Nejvyšší dosažený počet bodů:	29	22

*Tab. 5.11.: Vyhodnocení úlohy.
E ... experimentální skupina
K ... kontrolní skupina*

Tabulky 5.6 až 5.11 naznačují, že výsledky experimentální skupiny byly i v testu kreativních dovedností lepší než výsledky kontrolní skupiny, a to ve všech položkách testu. Žáci experimentální skupiny měli více originální nápadů, projevovali se větší propracovaností řešení a uváděli v průměru i větší počet kategorií řešení. Jsem přesvědčen, že tento výsledek byl způsoben z velké části tím, že žáci experimentální skupiny byli na podobný styl úloh více zvyklí a měli lépe osvojený postup řešení podobných úkolů. Ačkoliv testové úlohy byly odlišné od úloh zadávaných ve výuce, tvůrčí zkušenost poskytnutá výukou při řešení typově podobných úloh zde hrála významnou roli. Zkušenost z výuky naopak negativně ovlivňovala výsledky kontrolní skupiny, jejíž žáci měli tendenci hledat pro řešení předložených úkolů modely v předchozí výuce. Úlohy tedy řešili na základě podobných, nebo zdánlivě podobných, situací, se kterými se setkali ve výuce.

5.3.2 Shrnutí výsledků testu

Výsledky testu – průměrný dosažený počet bodů v jednotlivých zkoumaných oblastech		
Zkoumaná oblast	Zkoumaná skupina	
	Experimentální	Kontrolní
Základní poznatky	6,4 bodu	5,4 bodu
Vztahový rámec – pojmová mapa	11,2 bodu	5,8 bodu
Kreativní dovednosti	14,5 bodu	9,2 bodu

Tab. 5.12: Shrnutí výsledků testu

Výsledky testu naznačují ve všech zkoumaných oblastech převahu experimentální skupiny a poukazují na možnost, že výuka fyziky upravená v souladu s navrhovanou metodikou s důrazem na skupinovou práci, řešení divergentních úloh a užití kognitivního mapování, přispěla ke schopnostem tvůrčího řešení úloh a oproti výuce tradiční byla tvořivá výuka též efektivnější v oblasti osvojování poznatků a vytváření vztahů mezi pojmy. Na tomto místě je ovšem opět nutné zdůraznit, že rozsah prováděného experimentu je příliš malý na to, aby bylo možné vyvodit z výsledků objektivní závěr.

6 Závěr

Rád bych věřil, že má práce naznačila směr, kterým se bude výuka fyziky (a nejen jí) nadále ubírat a že snaha o výchovu samostatného tvořivého žáka časem úspěšně překoná úroveň akademických debat a dočká se plnohodnotného přijetí ve školní praxi. Domnívám se, že minimální přínos této práce spočívá především v návrhu divergentních fyzikálních úloh jako nástroje k tréninku tvořivého myšlení žáků i učitelů, který vhodně doplňuje tradiční metodologii fyziky. Rovněž doufám v přínos v podobě návrhu začlenění myšlenkových map do výuky fyziky.

Výsledky předběžného „minivýzkumu“, které vyšly ve prospěch tvořivé výuky, jsou pro mě motivací pro rozsáhlejší výzkumné šetření k ověření závěrů vyhodnoceného testu. Přípravovaný výzkum by měl být rozšířen ve smyslu většího rozsahu učiva, většího statistického vzorku testovaných žáků a delšího zkoumaného období (minimálně jeden školní rok). Budoucí výzkum by měl současně zkoumat posun v motivaci žáků ke studiu fyziky v důsledku upravené metodiky výuky, měl by zohlednit věk a pohlaví žáků a další aspekty jako je styl vedení učitele, skladba vyučovacích hodin v kontrolní skupině a další. Pokud by případný budoucí výzkum potvrdil předběžné závěry této práce, mohl by být snad impulzem pro systematictější implementaci nové metodiky do výuky fyziky na českých základních školách v podobě materiálů připravovaných pro učitele, učebnic, případně výukových programů.

Resume

Metodology of creative physics education on primary school

This thesis deals with creativity developing methods and creative problem solving methods in physics education on primary school. The aim of the thesis is to analyze traditional methodology of this subject in relation to creativity and creative problem solving and to design appropriate arrangements to make this process more effective.

In the first chapter the creativity in general terms is discussed. Creativity is defined as the ability to generate new original ideas whereas the originality is related to the creative individuality (personal approach to creativity) or to some social group (social approach). The second condition for creativity is the utility of the new product. There are often mentioned several types of creativity – artistic creativity, technical creativity and scientist creativity. The essence of all this kinds of creativity is the same. There is always imaginative component containing fantasy, intuition and so on. In the technical and scientist creativity there is in addition the emphasis on the heuristic component of creative process what means methodology of creative problem solving. Technical creativity is considered as the fundamental of the other kinds of creativity. That was the first type of creativity used by the people. The technics saves the time needed to artistic production. Unlike the others kinds of creativity artistic creativity has the ability to induce the creativity of the recipient of the artwork.

The ideation involved in creative thinking is often described as divergent, as contrast with the convergent thinking which takes place in ordinary problem solving. But there are also convergent components in creative thinking. The creative process doesn't terminate with the emission of as many associations, hypotheses or solutions as possible (divergent production). In the end of creative process one of the alternatives is used as the most appropriate one (convergent production). In this part there is also discussed the relation of the motivation and the creativity.

The second chapter of this thesis deals with creativity in the school education and with the methods of developing creativity in the primary school education. The conception of the crea-

tivity in pedagogical process is narrowed then the general definition of creativity. Creativity is at first the instrument of self-fulfillment of the pupil. New created product isn't ordinarily new in terms of all society. The originality of the product is judged in relation to the pupil himself.

In this part of the thesis the creativity developing and training instruments are discussed. The emphasized methods are problem solving method, project education, cooperative education, mind maps and some specific problem solving method such as brainstorming and so on. There are also discussed other aspects of education such as motivation and evaluation.

Next part the thesis focuses on the subject of physics. It deals with standard physics education methods which are physical tasks and physical experiment and tries to make propositions to give the support to the creativity of the pupils by these methods. The way how to develop the creativity by using of these methods comes out mostly from the problem solving method and from the concept constructivism in education.

To make the creativity and creative problem solving training in physics more effective, there was need to propose the **divergent physical tasks** which are not discussed in any contemporary Czech literature. The examples of this kind of tasks are:

- Think out the physical task in which the solution is one thousand joules.
- Paint the image of the world without friction.
- Propose some using the aluminum tea spoon in the physics, and many others.

One part of this chapter is also paid to using of the mind maps in physics education what is also quite new chapter in Czech physics education literature.

Terminal part of this thesis is paid to the “miniresearch” in real primary school physics education during which two classes was compared. The first class – experimental – was instructed using the creative methods and the other class was instructed using standard methodology.

Although the statistical range was too small the result was relatively interesting. Experimental class was more successful in both types of tasks – creative divergent tasks as well as traditional “convergent” tasks. The result of this miniresearch could be the impetus for more

extensive research in future what should acknowledge the conclusions of the research presented in this thesis.

Keywords: physical education, creativity, creative problem solving, physical task, physical experiment, problem solving method in physics, divergent task

Literatura

- [1] ANDERSEK, K., BENEŠ J. *Metody řešení technických problémů*. 1. vyd. Praha: SNTL, 1984. ISBN 04-323-84.
- [2] BAKALÁŘ, E., ERAZÍM, P. *Kapitoly z psychologie tvořivosti I*. 1. vyd. Plzeň: Dům techniky ČSVTS, 1986. ISBN 222970-90.
- [3] BUZAN, T. *Make the most of your mind*. 2. vyd. London: Pan Books Ltd, 1988. ISBN 0-330-30262-0.
- [4] BUZAN, T. *Mentální mapování*. 1. vyd. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-200-3.
- [5] CSIKSZENTMIHALYI, M. *Creativity. Flow and the psychology of discovery and invention*. 1. vyd.: New York: HarperCollins Publishers, 1996. ISBN 978-0-06-092820-9.
- [6] ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. 2. vyd. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-90-7367-273-7.
- [7] DACEY, J. S., LENNON, K. H. *Kreativita*. 1. vyd. Praha: Grada, 2000. ISBN 80-7169-903-9.
- [8] DARGOVÁ, J. *Tvorivost žiakou vo výučbe*. In *Tvořivá škola: sborník z celostátního semináře k problematice tvořivé školy, který se konal dne 16.9.1998 na Pedagogické fakultě MU v Brně*. 1. vyd. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-63-X.
- [9] De BONO, E. *Serious Creativity*. 1. vyd.: London: HarperCollins Publishers, 1992. ISBN 0-00-637958-3.
- [10] De BONO, E. *Šest klobouků aneb jak myslet* 1. vyd. Praha: Argo, 1997. ISBN 80-7203-128-7.
- [11] FASKO, D. *Education and Creativity*. In: *Creativity Research Journal 2000 – 2001* Vol. 13. ISSN 1532-6934 [online] dostupné z <http://www.informaworld.com/>.
- [12] FISHER, R. *Učíme děti myslet a učit se*. Praha: 1. vyd. Praha: Portál, 2004. ISBN 80-7178-120-7.
- [13] GUILFORD, J.P. *The Nature of Human Intelligence*. 1. vyd. New York: McGraw-Hill Education, 1967. ISBN: 978-0070251359.
- [14] HÖFER, G., SVOBODA, E. *Postoje učitelů základních a středních škol k výuce fyziky*. 1. vyd. Praha: MATFYZPRESS, 2008. ISBN 978-80-7378-077-7.

- [15] HONZÍKOVÁ, J. *Nonverbální tvořivost v technické výchově*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2008. ISBN 978-80-7043-714-8.
- [16] HLAVSA, J., JURČOVÁ, M. *Psychologické metódy zisťovania tvorivosti*. 1. vyd. Bratislava: Psychodiagnostické a didaktické testy, 1978.
- [17] HLAVSA, J. *Psychologické základy teórie tvorby*. 1. vyd. Praha: Academia, 1985. ISBN 21-087-85.
- [18] HRABAL, V., MAN, F., PAVELKOVÁ, I. *Psychologické otázky motivace ve škole*. 1. vyd. Praha: SPN, 1984. ISBN 14-566-84.
- [19] JURČOVÁ, M. *Humor pri stimulácii tvorivosti ve škole*. In *Tvořivá škola: sborník z celostátního semináře k problematice tvořivé školy, který se konal dne 16. 9. 1998 na Pedagogické fakultě MU v Brně*. 1. vyd. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-63-X.
- [20] KASÍKOVÁ, H., VALENTA, J. *Reformu dělá učitel aneb Diferenciace, individualizace, kooperace ve vyučování (Pohledy pedagogické)*. 1. vyd. Praha: Sdružení pro tvorivou dramaturgii, 1994. ISBN 80-901660-0-8.
- [21] KASÍKOVÁ, H. *Kooperativní učení, kooperativní škola*. 1. vyd. Praha: Portál, 1997. ISBN 80-7178-167-3.
- [22] KLIČKOVÁ, M. *Problémové vyučování ve školní praxi*. 1. vyd. Praha: SPN, 1989. ISBN 80-04-23522-0.
- [23] Kolektiv autorů *Tvořivostí učitele k tvořivosti žáků*. 1. vyd. Brno: Paido, 1997. ISBN 80-85931-47-8.
- [24] Kolektiv autorů *Rámcový vzdělávací program* [online]. Poslední aktualizace 1. 9. 2007. [cit. 2010-05-23]. Dostupné z <http://www.msmt.cz/>.
- [25] KOTRBA, T., LACINA, L. *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. 1. vyd. Brno: Společnost pro odbornou literaturu, 2007. ISBN 978-80-87029-12-1.
- [26] LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J. *Pozornost, motivace, relaxace a tvořivost dětí ve škole*. 1. vyd. Praha: Portál, 1999. ISBN 80-7178-205-X.
- [27] LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J. *Tvořivé vyučování*. 1. vyd. Praha: Grada, 2003. ISBN 80-247-0374-2.
- [28] MAŇÁK, J. a kol. *Alternativní metody a postupy*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1997, ISBN 80-210-1549-7.
- [29] MAŇÁK, J. *Rozvoj aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1998. ISBN 80-210-1880-1.
- [30] MAŇÁK, J. *Stručný nástin metodiky tvořivé práce ve škole*. 1. vyd. Brno: Paido, 2001. ISBN 80-7315-002-6.

- [31] MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. 1. vyd. Brno: Paido. 2003 ISBN 80-7315-039-5.
- [32] PETTY, G. *Moderní vyučování*. 4. vyd. Praha: Portál, 1996. ISBN 80-7367-172-7.
- [33] PECINA, P. *Tvořivost ve vzdělávání žáků*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2008. ISBN 978-80-210-4551-4.
- [34] PETROVÁ, A. *Tvořivost v teorii a praxi*. 1. vyd. Praha: Vodnář, 1999. ISBN 80-86226-05-0
- [35] PROKEŠOVÁ, L. *Pedagogická tvořivost a nové otázky*. In *Tvořivá škola: sborník z celostátního semináře k problematice tvořivé školy, který se konal dne 16.9.1998 na Pedagogické fakultě MU v Brně*. 1. vyd. Brno:Paido, 1998. ISBN 80-85931-63-X.
- [36] PIETRASINSKI, Z. *Tvorivé riadenie*. 1. vyd. Bratislava: Obzor, 1977. ISBN 65-054-77.
- [37] PIETRASINSKI, Z. *Psychologie správného myšlení*. 1. vyd. Praha: Orbis, 1964. ISBN 11-127-64.
- [38] PECINA, P., ZORMANOVÁ, L. *Metody a formy aktivní práce žáků v teorii a praxi*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 2009. ISBN 978-80-210-4834-8.
- [39] PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. 3. vyd. Praha: Portál, 2005. ISBN 80-7367-047-X.
- [40] SAWREY, J., TELFORD, CH. *Educational psychology : psychological foundations of education*. 1. vyd. Boston: Allyn and Bacon, INC., 1968. ISBN
- [41] SEMRÁD, J. *Výchova k tvořivosti a životní styl*. In *Tvořivá škola: sborník z celostátního semináře k problematice tvořivé školy, který se konal dne 16.9.1998 na Pedagogické fakultě MU v Brně*. 1. vyd. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-63-X.
- [42] SKALKOVÁ, J. *Aktivita žáků ve vyučování*. 1. vyd. Praha: SPN, 1971.
- [43] SKALKOVÁ, J. a kol. *Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu*. 1. vyd. Praha, SPN, 1983.
- [44] SKALKOVÁ, J. *Za novou kvalitu vyučování*. 1. vyd. Brno: Paido, 1995. ISBN 80-85931-11-7.
- [45] SMÉKAL, V. *Úloha školy v rozvíjení aktivity, samostatnosti a tvořivosti žáků*. In *Tvořivá škola: sborník z celostátního semináře k problematice tvořivé školy, který se konal dne 16.9.1998 na Pedagogické fakultě MU v Brně*. 1. vyd. Brno:Paido, 1998. ISBN 80-85931-63-X.
- [46] ŠTÁVA, J. *Brainstorming a myšlenkové mapy – metody pro tvořivé učení a řízení*. In *Alternativní metody a postupy*. 1. vyd. Brno : Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity Brno, 1997. ISBN 80-210-1549-7.

- [47] SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ, R. *Didaktika fyziky základní a střední školy*. 1. vyd. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1181-3.
- [48] SVOBODOVÁ, J. *Pojetí a historie alternativních metod, postupů a technik* In MAŇÁK, J. a kol. *Alternativní metody a postupy*. 1. vyd. Brno: Masarykova univerzita, 1997, ISBN 80-210-1549-7.
- [49] ŠVEC, Š.: *Poňatia kreativity a tvorivá škola*. In *Tvorivá škola: sborník z celostátního semináře k problematice tvořivé školy, který se konal dne 16.9.1998 na Pedagogické fakultě MU v Brně*. 1. vyd. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-63-X.
- [50] VACHEK, J., LEPIL, O. *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. 1. vyd. Praha: SPN, 1980. ISBN 14-756-80.
- [51] VOTRUBA, L. *Rozvíjení tvořivosti techniků*. 1. vyd. Praha: Academia, 2000. ISBN 80-200-0785-7.
- [52] WIMMER, M. *Cesty k technické tvořivosti*. 1. vyd. Praha: Práce, 1984. ISBN 24-050-84.
- [53] WIMMER, M. *Jak rozvíjet technickou tvořivost*. 1. vyd. Praha: Práce, 1990. ISBN 80-208-0032-8.