

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích

Pedagogická fakulta – Katedra fyziky

Výuka fyziky a tvořivost

Diplomová práce

Vedoucí práce: PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

Autor: Václav Meškan

Anotace

Výuka fyziky a tvořivost

Tato diplomová práce zkoumá jedno z předních témat současné reformy českého školství – rozvoj tvořivosti při výuce předmětů na základní škole. Tato problematika je nejprve nastíněna obecně a následně rozvinuta na konkrétním vyučovacím předmětu – fyzice. Zvláštní důraz je kladen na porovnání rozvoje tvořivosti při výuce daného předmětu pomocí tradičních prostředků a pomocí počítačem podporované výuky, která je dalším neodmyslitelným fenoménem současného školství. Významná část je věnována hodnocení současného software pro výuku fyziky na základní škole. Práce je zakončena experimentem se žáky základní školy, který má porovnat dva výše zmíněné přístupy k rozvoji tvořivosti a dát tak podnět k dalším výzkumům v této oblasti.

Klíčová slova: Tvořivost, výuka fyziky, počítačem podporovaná výuka, výukový software, fyzikální experiment, fyzikální úloha

Abstract

Education of Physics and Creativeness

The aim of this graduation theses is to explore one of the theme of the contemporary educational reform in Czech republic what is development of creativeness at the basic school education. This question is outlined in general terms in the firs part of the theses and subsequently developed on the subject of physics education. Special emphasis is placed on the comparing of standard creativeness developing instruments and usage of computing technologies by computer supported education what is another essential item of current education. Significant part of this thesis deals with the software for the basic school physics education and its evaluation. The theses ends with the experiment with pupils of a basic school that should compare these two creativeness developing instruments mentioned above and give impetus to another research in this subject.

Keywords: Creativeness, physics education, computer supported education, educational software, physics experiment, physics task

Prohlašuji, že předloženou práci jsem vypracoval samostatně, pouze s použitím uvedené literatury.

V Českých Budějovicích dne 5. 4. 2008

.....

Touto formou chci poděkovat svému konzultantovi p. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D. za podnětné rady a připomínky při zpracování mé práce, a dále vyjádřit svou vděčnost kolektivu Fakultní základní školy L. Kuby v Českých Budějovicích za poskytnutí podmínek pro svou práci a osobní konzultace. Jmenovitě pak p. řediteli Mgr. Miroslavu Kůsovi, Mgr. Evě Křenkové a v neposlední řadě Mgr. Libuši Jandové.

Obsah:

1. Úvod	7
2. Tvořivost v obecné rovině	9
2.1. Definice tvořivosti	9
2.2. Tvůrčí proces	11
2.3. Charakteristika tvořivého jedince	12
2.4. Rozvoj tvořivosti	17
2.4.1. Tradiční metody sloužící k rozvoji tvořivosti žáka ve školním prostředí:	17
3. Rozvoj tvořivosti při výuce fyziky na základní škole tradičními prostředky	19
3.1. Problémová metoda	19
3.2. Experiment.....	20
3.2.1. Klasifikace školních experimentů	21
3.2.2. Didaktické požadavky na zařazení experimentu	25
3.2.3. Rozvoj tvořivosti pomocí školního experimentu.....	25
3.3 Fyzikální úloha	27
3.3.1. Klasifikace fyzikálních úloh.....	28
3.3.2. Tvořivé fyzikální úlohy	31
4. Využití počítače při vyučování.....	34
4.1. Počítačem řízená a počítačem podporovaná výuka.....	34
4.1.1. Počítačem řízená výuka	34
4.1.2. Počítačem podporovaná výuka	35
3.2. Zhodnocení výuky pomocí počítače.....	36
3.3. Výukový software.....	37
3.3.1. Funkce výukových programů	37
3.3.2. Klasifikace výukových programů.....	38
3.3.3. Kriteria pro výběr vhodného programu	38
3.3.4. Autorský zákon a výukový software	39
5. Software pro výuku fyziky	41
5.2. Hodnocení vybraného software pro výuku fyziky	42
5.2.1. Výkladové programy.....	42
5.2.1.1. LANGMaster, Škola hrou - Jak věci fungují	42
5.2.1.2. Zebra pro školy – fyzika.....	44
5.2.1.3. Fyzika zajímavě.....	47
5.2.1.4. Jak věci pracují (BSP Multimedia)	48
5.2.2 Testovací programy.....	50
5.2.2.1 Didakta – fyzika	50

5.2.3	Stavebnicové programy a programy umožňující vytvářet vlastní modely.....	52
5.2.3.1	Newton 3	52
5.2.3.2.	Edison.....	54
5.2.3.3.	Crocodile Clips 3D Elementary Edition.....	55
5.2.3.4.	Famulus	56
5.2.4.	Výukové hry	58
5.2.4.1.	Physikus	58
5.2.4.2.	Jak se věci pohybují (BSP Multimedia).....	60
5.2.5.	Komplexní počítačové rozhraní	62
5.2.5.1.	Školní souprava ISES	62
5.2.6.	Závěrečné zhodnocení.....	63
6.	Porovnání rozvoje tvořivosti tradičními prostředky a pomocí počítače.....	65
6.1.	Pojetí výuky hydrostatiky na základní škole	65
6.2.	Vybrané tradiční prostředky rozvoje tvořivosti a fyzikálního myšlení při výuce hydrostatiky na základní škole	66
6.3.	Počítačem podporovaná výuka hydrostatiky na základní škole, možnost využití PC při výuce a samostatné práci žáků	74
6.4.	Experiment s žáky ZŠ L.Kuby v Českých Budějovicích	78
6.5.	Vyhodnocení experimentu.....	80
7.	Závěr.....	85
	Seznam použité literatury:	86
	Seznam příloh.....	88

1. Úvod

Má-li dnešní mladý člověk uspět v moderním světě, musí být schopen čelit mnoha překážkám každodenního života. Musí být schopen třídit a filtrovat mohutné informační toky, musí být schopen ovládat zařízení, jejichž technologie se každým rokem mění a posouvá dál. Musí žít ve světě, který je podle některých zdrojů na sklonku veliké ekologické krize a dalších globálních problémů, a hledat z této situace možná východiska.

Řešení problémů celosvětových rozměrů bude v nejbližší době jistě vyžadovat obrovské množství lidské kreativity a důvtipu. Ovšem zdaleka nejen globální problémy kladou požadavky na tvořivost svého řešitele. Jak výstižně poznamenal Roger Shank: „Již jen absolvovat běžný den v moderním světě vyžaduje určitý stupeň tvořivosti. Tyto malé akty tvořivosti, ačkoli se liší ve svém rozsahu, nejsou svojí povahou odlišné od mohutných kroků vpřed, které učinil Einstein. Kreativita je samozřejmostí při poznávání, nikoli esoterickým darem, odkazem pro několik málo vyvolených.“ [16]

Vzdělávací cíle a předpokládané výstupy ze současného vzdělávání nejen v České republice se v současném globalizovaném světě postupně posouvají k jiným hodnotám, než tomu bylo dříve. Cílem školního působení je vychovat jedince vysoce kreativního a samostatného, kompetentního zvládat značné nároky naší společnosti. Pokud by platilo i nadále, že se školní vzdělávání pohybuje dvacet i více let pozadu za současným světem, jak by potom mohla škola připravit děti na život ve světě, který se nemění v obdobích řádu desetiletí, ale roků či měsíců? Z tohoto důvodu probíhá v současnosti v českém školství přeměna zastaralého školského systému na systém nový, který by nekladl tolik důrazu na obecné vědomosti, ale především na rozvoj kompetencí jedinců, jejich tvořivost a schopnost uplatňovat tvořivé postupy při řešení nových problémů. Ať už je zavádění reformy úspěšné či nikoli (což zde nechceme a nebudeme hodnotit), východiska reformy jsou jasná a zcela správná.

Fyzika, jako základ všech dalších přírodních věd (s výjimkou matematiky, která se pohybuje nad rámcem ostatních přírodních věd), je tradičním školním předmětem, který učí specifickému způsobu poznávání okolního světa. Vysoký stupeň tvořivosti byl vždy typickým nástrojem a předpokladem fyziky, vždyť samotný pojem fyzikální myšlení je do určité míry synonymem tvořivosti. Nakonec i Albert Einstein řekl, že představivost je mnohem více než vědomosti. Proto jsou již součástí výuky fyziky na základní škole specifické nástroje rozvoje tvořivosti – fyzikální experimenty, fyzikální úlohy,

problémové úlohy, laboratorní práce. Cílem této práce je zmapovat tyto prostředky a pokusit se jejich zařazení do výuky zhodnotit.

Fenoménem současného školství je mimo jiné implementace výpočetní techniky do výukového procesu, a to nikoli v podobě původních představ o počítačem zcela řízené výuce bez asistence živého učitele, ale především mnohem perspektivnější a racionálnější výuce počítačem podporované, kdy počítač slouží pouze jako didaktická pomůcka a podpůrný prostředek výuky.

Výpočetní technika nabízí ve vyučování mnoho nových, dříve nemyslitelných možností, je-li ovšem do vyučovacího procesu zařazena správně, nikoli samoučelně. Tato práce by ráda prozkoumala možnosti zařazení výpočetní techniky ve výuce fyziky a porovnála je s možnostmi prostředků tradičních, které již mají ve výuce fyziky své místo pevně zakořeněné. Věříme tomu, že citlivé zařazení výpočetní techniky do výuky nejen tohoto předmětu může dřívější postupy významně posílit (nikoli nahradit) a pomoci tak současnému školství k tomu, aby plnilo kvalitně svůj primární cíl, kterým je příprava nové generace na život v současné společnosti.

Pro úplnost této úvodní části ještě nutno zmínit jeden z motivů pro výběr tématu této práce. Současným (věříme však, že pouze přechodným) trendem českého školství jsou mohutné investice do vybavení škol výpočetní technikou, ovšem bohužel často na úkor dalšího vybavení a pomůcek. Fyzikální učebny mají počítač a dataprojektor, ale fyzikální kabinety stárnou a jejich vybavení přestává plnit svou funkci. Tato práce by měla mimo jiné zanalyzovat a nabídnout možnost alespoň částečné náhrady tradičních prostředků podpory výuky fyziky prostředky nabízenými právě výpočetní technikou, ačkoli je zřejmé, že jediná správná cesta je oba nástroje ve vyučování citlivě vyvážit.

2. Tvořivost v obecné rovině

2.1. Definice tvořivosti

Na základě studia různých autorů a jejich definic tvořivosti lze generalizovat, že v praxi se nejčastěji používá definice typu: „Tvořivost je generování nových, neobvyklých, ale přijatelných, užitečných myšlenek, řešení, nápadů.“ [12] V nejnovějších koncepcích a výzkumných přístupech ke tvořivosti se tvořivost definuje jako myšlenka nebo produkt, který je originální, užitečný a implementovatelný [2]. Tvořivý proces je vždy charakterizován pomocí dvou základních prvků, za které je pochopitelně považována originalita (novost), ale současně i užitečnost (hodnotnost, akceptovatelnost) určité společnosti [12].

Tvořivost je tedy vymezena jako aktivita, která přináší doposud neznámé a současně společensky hodnotné výtvořiny. Přitom za společensky hodnotné výtvořiny se považují taková díla, která jsou cenná, kromě tvůrce samotného, i pro určitou skupinu lidí (ne však nutně pro všechny lidi) [12].

Kritéria novosti a využitelnosti

Produkt vzniklý tvůrčím procesem jedince může nabývat třech úrovní [12]:

- Prvním stupněm je pouhá imitace – bezprostřední využití informace bez tvůrčího přístupu. Jedinec pouze použije již známé řešení ke zvládnutí známého problému.
- Přejídným stupněm je pak přizpůsobení určitého řešení odlišným podmínkám, přičemž se využívají 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.
- Třetí stupeň již popisuje skutečně kreativní přístup – jde o zdokonalení určitého řešení daného problému změnou kvality oproti doposud známým principům. Na problém aplikují upravený nebo zcela originální postup řešení.

Kritéria novosti a využitelnosti lze posoudit určují podle dvou hledisek [12]:

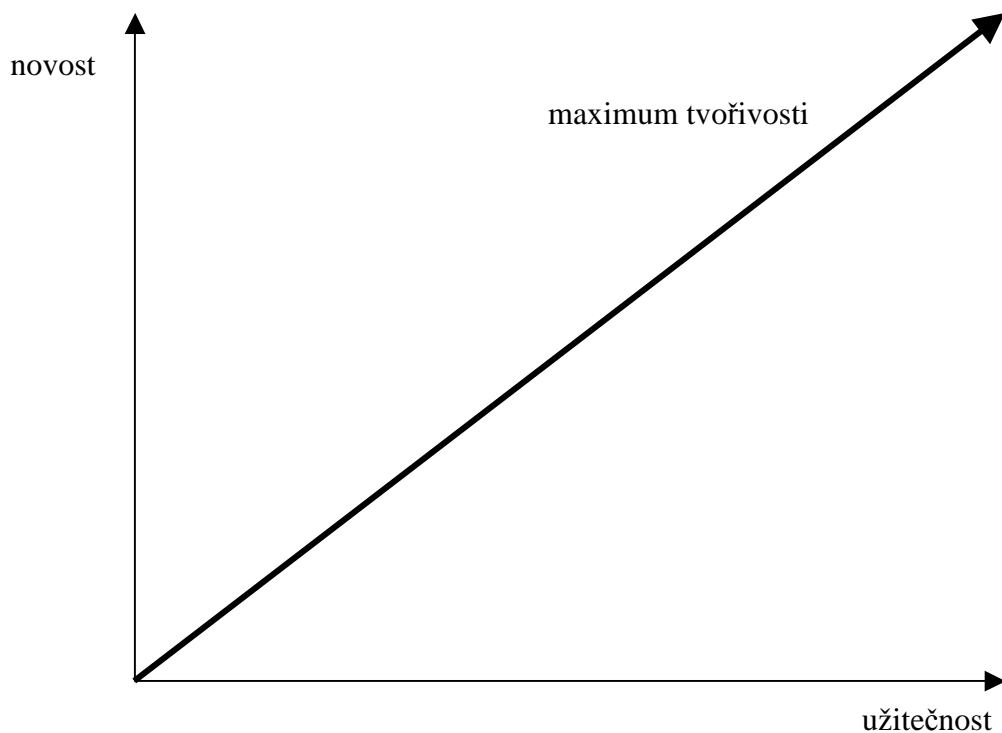
1. Z hlediska širšího, celospolečenského a historického kontextu – jde o absolutní tvořivost, která přináší něco zcela nového, co je přínosem z hlediska doby a společnosti (např. objevy, vynálezy atd.)
2. Z hlediska užšího, skupinového a subjektivního momentálního kontextu – jde o subjektivní nebo relativní tvořivost ve vztahu k určitému užšímu rámci, skupině,

kde jednatel přišel na něco nového a užitečného dříve, než ostatní. S tímto hlediskem se pochopitelně setkáváme mnohem častěji a především v pedagogickém prostředí posuzujeme tvořivost v tomto zorném úhlu.

„Novost se obvykle posuzuje podle vzácnosti výskytu dané myšlenky, nápadu, řešení v určitém kontextu v daném problému, k určitému sociálnímu prostředí.“ [12]

Dalším kritériem posuzujícím míru kreativity je podle definice tvořivosti využitelnost – užitečnost vzniklé novosti pro určitou skupinu lidí nebo celou společnost.

Zajímavé řešení vzájemných vztahů mezi novostí (originalitou), užitečností a tvořivostí ukazuje jejich vektorové vyjádření. Na jeho základě je možno tvořivost charakterizovat jako vektorový součet novosti a užitečnosti (obr. 1.1). [12]



Obr. 2.1 – vztah mezi novostí, užitečností a tvořivostí [12]

Kritéria tvořivosti v pedagogickém procesu

Tvořivosti v pedagogickém procesu je nejčastěji rozuměno jako přirozené vlastnosti člověka různého zaměření a různé intenzity. Je považována za nástroj seberealizace jedince a schopnost, kterou je nutno rozvíjet, připravovat pro ni vhodné podmínky a odstraňovat překážky jejího rozvoje.

U žáků platí poněkud jiná kritéria posouzení tvořivosti, než v obecných definicích. Tvořivost je zde posuzována především z hlediska individua žáka než z hlediska celospolečenského. „U žáků, resp. studentů se jako kritérium novosti všeobecně akceptuje subjektivní, psychologicky zdůrazněná novost, která nemusí být novostí z hlediska společnosti.“ [12] Oceníme-li dítě za tvořivý postup při řešení úlohy, neznamená to, že tento postup před ním nikdy nikdo nepoužil, ale že je tento postup originální a správný z pohledu tohoto žáka.

2.2. Tvůrčí proces

Fáze tvůrčího procesu

Nejčastější dělení tvůrčího procesu odpovídá následujícím fázím [2]:

1. Přípravná – hledání problému, který je nutné překonat
2. Inkubační – přemýšlení o problému (tématu), často na úrovni podvědomí
3. Iluminační – přemýšlení o konkrétním řešení daného problému
4. Ověřovací – prověřuje se správnost řešení nebo se nápady realizují a zkoušejí v praxi.

Podle Isaksenova, Dorvalova a Treffingerova modelu tvůrčího řešení problémů obsahuje tvořivý proces tři hlavní komponenty [7]:

1. porozumění problému
2. generování myšlenek
3. příprava realizace řešení
a šest specifických stádií:
 - objevování zmatku – Něco není v pořádku.
 - objevování informací – Co je špatně?
 - objevování problému – Zde se objevuje konkrétní problém, dochází k porozumění problému.
 - objevování myšlenek – Co o problému vím?

- objevování řešení – Jak problém vyřeším?
- objevování akceptace řešení – ověření použitelnosti objeveného řešení

Velmi příznačně označil stádia tvůrčího procesu Petty [14]:

- Inspirace
- Klarifikce
- Destilace
- Inkubace
- Pilná práce

2.3. Charakteristika tvořivého jedince

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

Tvořivost, inteligence a výkon

Tvořivost je patrně vlastností jedince nezávislou na jeho inteligenci. Ačkoli bychom očekávali přímou úměrnost mezi hodnotou IQ a mírou tvořivosti, běžné hodnoty inteligence podle 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.**[2]

Zajímavý výzkum porovnával děti s různou mírou tvořivosti a inteligence v jejich studijních, psychologických a sociálních dovednostech. Výsledky lze shrnout takto [4]:

- 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

10 rysů tvořivé osobnosti

Vědci nebyli schopni určit, jestli osobnostní rysy mohou být přímou příčinou kreativity. Zdá se však zřejmé, že tyto rysy jsou nedílnou součástí tvůrčího procesu.

„Po systematické analýze osobností, které vykazovali vysokou míru kreativity zdůraznili vědci zabývající se tvořivostí deset rysů charakterizujících tvořivou osobnost:“[2]

- 1) Tolerance vůči dvojnáčnosti
- 2) Stimulační svoboda
- 3) Funkční svoboda
- 4) Flexibilita
- 5) Ochota riskovat
- 6) Preference zmatku
- 7) Prodleva uspokojení
- 8) Oproštění od stereotypu sexuální role
- 9) Vytrvalost
- 10) Odvaha

Tolerance vůči nejednoznačnosti

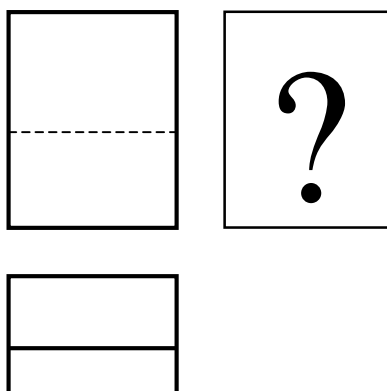
Dvojnásobnou situací autoři rozumějí situaci, v níž neexistuje vodítko, s jehož pomocí bychom mohli nasměrovat svá rozhodnutí a kroky. „Jedná se o situace, kdy jedinci chybějí relevantní fakta, pravidla jsou nejasná a nejsou po ruce správné postupy.“[2]

Tvořivý jedinec se zde typicky projevuje sklonem shledávat nejednoznačnou situaci zajímavou či dokonce vzrušující.

Stimulační svoboda

Je podle autorů popsána schopností obejít pravidla určité situace, jsou-li v konfliktu s tvůrčími myšlenkami „stimulačně svobodných“ lidí. Tito lidé tato pravidla jednoduše obejdou, aby mohli uspokojit své tvůrčí potřeby. A co je důležitější: „Tito lidé ignorují existenci pravidel, je-li situace dvojnásobná.“[2]

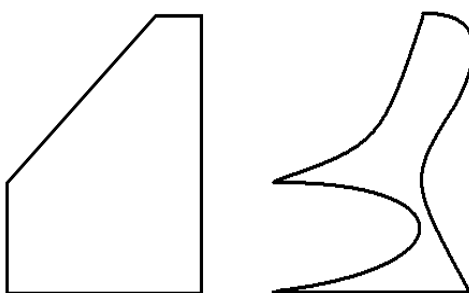
Problematiku stimulační svobody demonstrují na příkladu úlohy, kdy má zkoušený jedinec nakreslit v pravouhlém promítání bokorys tělesa podle předloženého nárysu a půdorysu (viz obr.2).



Obr. 2.2 – existuje kolem 4600 typických bokorysů odpovídajících zadání

Jedinec bez schopnosti stimulační svobody vymyslí v průměru do třech řešení (tento počet kupodivu ještě klesá s rostoucí mírou technického vzdělání!). Ve skutečnosti existuje asi 4600 typických řešení této úlohy [22].

Neúspěch v této úloze se vysvětluje tím, že se řešitel nechá omezit pravouhlostí úlohy, která je ještě zdůrazněna prázdným přerušovaným obdélníkem na místě bokorysu. Jedinec řešící úlohu přijme pravidlo pravouhlosti, které ovšem ve skutečnosti nebylo definováno, a z toho plynoucí rámec možných řešení nepřekročí. Na následujícím obrázku ukazují typické netvořivé řešení úlohy (vlevo) a tvořivé „stimulačně svobodné“ řešení úlohy (vpravo).



Obr. 2.3 – oba bokorysy odpovídají předchozí úloze, rozdíl je v míře kreativity řešení

Funkční svoboda

Je opakem funkční strnulosti a objevuje se v problémech praktického typu. Řešitelé funkčně strnulému dělá problém použít nástroje k jinému účelu než k jakému byly

vytvořeny. Jedinec funkčně svobodný naopak nemá problém přiřazovat nástrojům nové funkce a kreativně je pak využít k řešení praktických úloh.

Flexibilita

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

Ochota riskovat

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

Preference zmatku

Tvořiví lidé dávají přednost asymetrii a složitosti, rádi se ujímají úkolu uvést do věci 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.

Prodleva uspokojení

Tvořivý člověk je schopen velmi dlouho urputně pracovat na svém projektu bez nároku na jakoukoli odměnu nebo uznání. Thomas Edison například provedl 2004 experimenty, než našel vhodný materiál pro konstrukci své žárovky.

Oproštění od stereotypu sexuální role

„Výzkumy ukazují na zajímavou vlastnost kreativních lidí, a tedy to, že vykazují jak ženské, tak mužské složky osobnosti, bez ohledu na jejich skutečné pohlaví. Tuto vlastnost nazývají někteří autoři **androgynie** (ze dvou řeckých slov: *andro*, mužský, a *gyne*, ženský).“[2]

Identifikace s pohlavní rolí je podle výzkumů podstatným faktorem podílejícím se na tvůrčích schopnostech. Vysoká míra tvořivosti od jedinců vyžaduje určité vlastnosti, které jsou obvykle připisovány opačnému pohlaví. Podle autorů tohoto výzkumu tvořiví muž potřebuje ženskou senzitivitu vůči pocitům druhých a naopak kreativní žena potřebuje mužské umění prosadit se, aby mohla prosazovat a obhajovat své myšlenky.

Vytrvalost

Typickou vlastností kreativních lidí je veliká vytrvalost tváří v tvář překážkám, které jim brání v dosažení vytčeného cíle. „Takovou osobnost nazval Csikszentmihalyi osobností **autotelickou** (z řeckého *auto*, sám, a *telos*, cíl), aby vyjádřil její schopnost vést sama sebe k cíli, k čemuž vynakládají nemalé úsilí a velké množství energie.“ [1]

Odvaha

Odvahu považují někteří autoři za nejdůležitější vlastnost tvořivých lidí. 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

Následuje výčet dalších rysů tvořivé osobnosti podle různých autorů, které se již nevztahují přímo k samotnému tvůrčímu procesu. Tvořiví lidé [2]:

- jsou vnímavější vůči existenci problémů
- mají mírně větší sklony k emočním poruchám, zároveň ovšem disponují vyšší schopností sebeovládání
- dokáží být ve svém myšlení analytičtí i intuitivní (to patrně souvisí s výše popsanou *androgynií* tvořivých osobností)
- 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

2.4. Rozvoj tvořivosti

„Tvořivost je druhem rozumové schopnosti, kterou lze cvičit a rozvíjet jako kterýkoli jiný druh myšlení.“ [4] Mimo to výsledky výzkumů ukázaly, že „*novorozené děti nevykazují žádné tvůrčí schopnosti, jedná se tedy zjevně o rys, který se časem vyvíjí*“. Všem lidem je tedy možno pomoci posunout jejich současnou hranici tvořivosti na úroveň o mnoho vyšší. Pochopitelně čím je vyšší počáteční úroveň tvůrčích schopností jedince, tím dále má tento jedinec naději růst.“[2].

Konkrétní práci učitele by mělo být především dát žákovi prostor pro tvůrčí činnost, motivovat ho k použití tvůrčího myšlení a dále pomáhat žákovi v těch fázích tvůrčího procesu, ve kterých má problém.

K rozvoji kreativity ve školním prostředí slouží některé speciální programy, jako například program CoRT Thinking Edwarda de Bono [4], kterými se zde ovšem nebudeme zabývat, a některé typické výukové metody.

2.4.1. Tradiční metody sloužící k rozvoji tvořivosti žáka ve školním prostředí:

Následující výčet představuje více či méně běžné výukové metody sloužící pro rozvoj kreativity dětí ve škole. Žádná z těchto metod by ovšem neměla být používána samoučelně a měla by být zařazena v souladu s cílem vyučovací hodiny.

Heuristická metoda

Souvisí s využitím heuristického neboli objevného rozhovoru, při kterém učitel vede žáka k objevení řešení daného problému do určité míry předem připravenou posloupností otázek.

Problémová metoda

Žákovi je předkládán problém, který není schopen vyřešit nějakým žákovi známým postupem. K vyřešení problému musí žák nalézt řešení nové, k čemuž je nezbytné určité množství tvořivosti. Hlavním kritériem zařazení problému do výuky je úroveň jeho obtížnosti. Problém musí být pro žáka řešitelný, jinak žák ztrácí zájem, a nesmí být příliš banální, jinak přestává být problémem. Na tomto místě je důležité si uvědomit, že stejný problém zadaný podruhé přestává být problémem!

Projektová metoda

Projektem je určitá komplexní dlouhodobá úloha, kterou žáci zpravidla řeší ve skupinách, určitých realizačních týmech, přičemž učitel vystupuje jako poradce. „Tým“ žáků v ideálním případě navrhuje řešení problému i postup k jeho dosažení. Činnost žáků do značné míry kopíruje činnost dospělých při řešení skutečných projektů, čímž se stává nejcennějším prvkem v arzenálu školních výukových metod, které odbourávají tradiční přepážku mezi školní umělou realitou a skutečným životem.

Projektová metoda má vysoké nároky na kooperaci žáků a jejich tvořivou činnost, čímž podstatně přispívá k rozvoji těchto důležitých vlastností.

Brain storming

V současném školství a nejen ve školství stále nepříliš zastoupená metoda pro rozvoj kreativity. Rozvoji kreativity napomáhá především v první fázi tvůrčího procesu, tedy ve fázi, v níž se teprve rodí budoucí problém a cesta k jeho vyřešení, ve fázi inkubační či inspirační. „Při spontánním procesu osobního brainstormingu se často vynoří cenné myšlenky [14].“

Metoda brain stormingu (v překladu bouře mozků) spočívá v generování myšlenek a nápadů na předem zadané téma nebo určitý pojem formou volných asociací. Učitel bez dalších komentářů zapisuje nápady žáků na tabuli. V další fázi žáci o zapsaných nápadech diskutují, čímž posouvají tvůrčí proces do dalších konkrétnějších fází.

3. Rozvoj tvořivosti při výuce fyziky na základní škole tradičními prostředky

Při výuce fyziky můžeme použít všechny dříve jmenované metody, jako při kterémkoli jiném vyučovacím předmětu, včetně projektové metody, brainstormingu nebo mentálního mapování. Častou metodou vhodnou pro rozvoj fyzikálního myšlení žáků a rozvoj kompetence žáka pro řešení problému je metoda problémová a některé další, pro výuku fyziky typické metody, především pak fyzikální experiment či úloha.

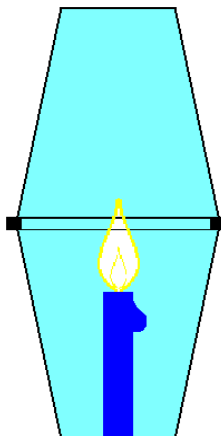
3.1. Problémová metoda

„Nevyhnutelnost myšlení vzniká tehdy, setká-li se žák s novými podmínkami, ve kterých nemůže pracovat obvyklým způsobem, je-li okolnostmi nucen hledat nový způsob řešení.“ [9] V problémové metodě staví učitel žáka do situace, v níž není možné jednoduše aplikovat nabyté znalosti, ale musí použít různou míru vlastní tvořivosti. Setkání žáka s problémem nazýváme problémovou situací. K vytvoření takové problémové situace učitel využívá problémové úlohy či problémové otázky, které vždy obsahují vedle známého něco neznámého, co žákovi způsobuje těžkosti při jeho řešení a co musí žák při plnění úkolu nevyhnutelně poznat a vlastním tvořivým přístupem překonat. „Problémová situace podněcuje žáka k překonávání těžkostí a vzbuzuje v něm potřebu poznání neznámého.“ [9] Problémové úlohy mohou být různé povahy, s problémem může být žák seznámen při řešení kvantitativní početní úlohy nebo třeba demonstračním experimentem. Často mají problémové úkoly povahu praktických úloh, což přináší další pozitivní působení v podobě motivace žáka a především rozvoje jeho praktických dovedností (z pohledu rámcového vzdělávacího programu dochází k rozvoji pracovní kompetence). Východiskem pro zařazení problémového vyučování jsou především předchozí znalosti žáků a jejich intelektuální schopnosti. Problém nesmí být příliš banální, zároveň ale musí být žák schopen problém překonat a úlohu vyřešit. Problémová úloha by měla žáka motivovat a aktivizovat a nikoli jej odrazovat svou složitostí.

Kromě toho musí vzít učitel při zařazení problémové úlohy na vědomí, že každá taková úloha je použitelná pouze jednou. Zadá-li učitel úlohu stejného typu podruhé, není již pro žáka problémem.

Příklad problémové úlohy praktického typu [9]:

Postavme do sklenice zapálenou svíčku. Na horní okraj položme navlhčený prstenec sacího papíru, který mírně přečnívá dovnitř i vně sklenice. Opatrně postavme shora druhou sklenici a přitlačme jí k papíru (viz obr. 3.1.1.). Svíčka brzy zhasne. Zvedněme horní sklenici. Jak je možné, že se současně zvedá i spodní?



Obr. 3.1.1: K problémové úloze

Kromě výše zmíněné problémové metody jsou součástí vyučování fyziky další typické nástroje vhodné pro rozvoj tvořivosti žáků. Sem patří pro fyziku typický experiment a fyzikální úloha.

3.2. Experiment

Fyzikální experiment patří k základním nástrojům fyzikální vědy. Ovšem školní experiment neboli pokus též patří mezi tradiční výukové prostředky školské fyziky. V případě **žakovského pokusu** (prováděného žákem) patří experiment ve vyučování fyzice k mocným nástrojům propojující teoretické znalosti žáka s praktickými dovednostmi (pracovními kompetencemi), je výrazným aktivizačním a motivačním prvkem. I vhodně zařazený **demonstrační pokus** prováděný učitelem působí motivačně a vhodně doplňuje fyzikální teorii. Žákům pomáhá pochopit vyučovanou teorii a správně prezentovaný a doplněný například heuristickým rozhovorem může též rozvíjet tvořivost a fyzikální myšlení žáků.

Ve fyzikální vědě rozlišujeme experiment **heuristický**, jehož účelem je objevit nové zákonitosti, **ověřovací** (verifikační) experiment, ten má za úkol ověřit platnost fyzikální teorie, dále **kvalitativní** experiment ověřující samotnou existenci určitého jevu a experiment **kvantitativní** sloužící k vyjadřování zákonitostí pomocí fyzikálních zákonů

nebo teorií. Zvláštní formou je experiment **myšlenkový** probíhající formou úvah a dedukcí. Druhem myšlenkového experimentu je i **modelování**. [20]

Experiment ve školním prostředí napodobuje metodu fyzikální vědy a i účel školního experimentu pro žáka je podobný účelu experimentu v případě fyzika. Kromě heuristické a ověřovací funkce však experiment ve škole zastává ještě další didaktické funkce.

3.2.1. Klasifikace školních experimentů

Školní pokusy lze rozdělit podle jejich zaměření, provedení, podle jejich logické povahy a podle didaktické funkce. [20]

A. 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 umožňuje vytvářet počáteční představy o fyzikálních jevech a ukazuje na různá využití fyzikálních jevů. Je tak vhodný k zařazení v úvodních hodinách k seznámení s novým fyzikálním jevem.

Při provádění demonstračních experimentů si učitel může dovolit zařadit některé náročné a efektivní pokusy, které by žák sám nezvládl. Pro tvůrčí zapojení žáků je vhodné experiment doplnit heuristickým rozhovorem, nikoli pouze sdělovat závěry.

Důvodem zařazení demonstračního experimentu bude často nejenom náročnost samotného experimentu, ale také úspora času.

Příklad:

Demonstrace výbojů v plynech - učitel provádí experiment se složitými pomůckami, pracuje při tom s vysokým napětím, které vyrábí pomocí induktoru nebo transformátoru.

Žákovský pokus

Jednodušší experimenty může provádět žák sám, popřípadě ve skupině. Žákovské pokusy jsou zpravidla mnohem náročnější na přípravu a organizaci než pokusy demonstrační, přínosem je ovšem žákova tvůrčí činnost. Žákovský experiment působí

motivačně a aktivizačně. Z hlediska organizace můžeme žákovský pokus rozdělit na pokus frontální a pokus individuální.

Individuální žákovský pokus

Pokus provádí jeden žák a předvádí jej třídě. Jedná se prakticky o obdobu pokusu demonstračního, řízení výuky se ovšem přesouvá na některého z žáků. Tento postup je možné využít jako součást péče o talentované žáky.

Frontální žákovský pokus

Žáci pracují každý sám nebo ve skupině podle pokynů učitele, zpravidla bez písemného návodu. Pracují všichni žáci ve třídě najednou. Učitel jim pomáhá uskutečnit pokus tím, že řídí frontální práci žáků, sleduje žáky při provádění jednotlivých úkonů, hlídá činnost a aktivitu jednotlivců, hodnotí práci žáků nebo skupin a dbá na jejich bezpečnost. Žáci postupují podle učitelovi demonstrace, mohou na ní navázat nebo jí doplnit. Frontální pokus je, především na základní škole, základní experimentální činností.

Z pohledu rozvoje tvořivých schopností nemusí žáci pouze kopírovat činnost učitele, ale učitel může frontální pokus prezentovat žákům problémově, či heuristicky.

Příklad:

Zapojování jednoduchých elektrických obvodů – v šestém ročníku se žáci obvykle učí zapojovat jednoduché elektrické obvody. Taková činnost je pro žáky zcela nová a neobejde se bez pečlivého a trpělivého vedení učitelem.

V osmém a devátém ročníku žáci na tyto základní dovednosti navazují měřením elektrického napětí a proudu, zapojováním transformátorů, polovodičových součástek a tak dále.

Laboratorní práce

Časově a organizačně náročnější zpravidla kvantitativní experiment, při němž žáci postupují podle písemného návodu. Náročnější bývá laboratorní práce i svým obsahem. Žáci ji vykonávají nejčastěji v malých skupinkách po dvou až třech žácích, přičemž každá skupina postupuje vlastním tempem.

Výstupem z laboratorní práce je protokol odevzdaný každým žákem shrnujícím závěry a výsledky laboratorní úlohy. Význam tohoto záznamu z laboratorní práce je

především ve výchovném působení, vede žáka k pečlivosti a rozvíjí jeho pracovní kompetence, zároveň žákům představuje fyziku jako exaktní vědu.

Příklad:

Měření základních fyzikálních veličin - v šestém ročníku se žáci seznamují se základními veličinami, které se učí měřit, v některých případech počítat a zjištěné údaje vhodně zapisovat. [23]. Z cíle tohoto učiva přímo vyplývá potřeba zařazení frontálních úloh a především laboratorních úloh. Ze základních fyzikálních veličin žáci měří délku, objem, hmotnost, hustotu, teplotu a čas.

B. Podle provedení

Reálné pokusy

Žák přímo pozoruje fyzikální jev a jeho zákonitosti. Takové pokusy by měly tvořit základ fyzikálních pokusů školské fyziky, jsou ovšem omezeny materiálním zabezpečením školy. Některé experimenty a demonstrace jsou v podmínkách školy neproveditelné, prostorově náročné a nebezpečné (demonstrace funkce spalovacího motoru, jaderného reaktoru, ..). Funkci reálných demonstrací může v některých případech zastoupit exkurze na některé odborné pracoviště, do muzea, atd.

V jiných případech ovšem nezbyvá, než zařadit do výuky pokusy a demonstrace pomocí modelů.

Pokusy modelové

Pokusy, které není možné zařadit ze samotné povahy a náročnosti fyzikálního jevu musíme nahradit jejich imitací. K tomu slouží celá řada modelů, tradičně zařazovaných do výuky fyziky na všech stupních vzdělávání, které více či méně zjednodušují fyzikální realitu.

Nejcennější z hlediska přiblížení se realitě jsou modely modifikační, tedy takové, které jsou funkční, založené na stejném principu jako originál, jsou ovšem přizpůsobeny výuce. Jsou přizpůsobeny svými rozměry a zpravidla zjednodušeny.

Typickým příkladem je například směšovací kalorimetr, rozkladný transformátor, model třífázového generátoru, atd.

S rozvojem počítačem podporované výuky a rostoucí vybaveností škol výpočetní technikou dostává modelování další rozměr v podobě počítačových animací a modelů,

kteře jsou ve svých možnostech prakticky neomezené. Zařazení výpočetní techniky do výuky by ovšem nemělo být samoučelné a v případě demonstrací a experimentů by vždy měly mít přednost experimenty reálné, jsou-li pro potřeby výuky dostupné.

Někteří autoři dělí experimenty podle dalších hledisek (viz. například [20]), podrobnější rozbor by ovšem byl mimo rámec této práce. Touto další klasifikací může být třídění experimentů podle jejich **logické povahy** na experimenty **kvalitativní** a **kvantitativní**, a podle **didaktické funkce** na pokus **heuristický, ověřovací, motivační, ilustrační**, pokus **uvádějící fyzikální problém, historický, opakovací a prohlubovací** a pokus **kontrolní**.

Z výše uvedených blíže pouze k experimentu heuristickému, který má bližší význam z pohledu rozvoje tvořivosti.

Pokus heuristický

Je organickou součástí heuristické metody ve výuce fyziky. Nabízí cenný nástroj pro rozvoj tvořivosti žáků. Žáci při tomto přístupu sami objevují pro ně dosud neznámé fyzikální poznatky nebo postupy a zapojují se aktivně do výuky vyvozováním nového poznatku.

Příklad:

Odvození Ohmova zákona pro část elektrického obvodu - Žáci sestaví elektrický obvod s proměnným rezistorem. Nejprve při konstantním odporu (při určité pevné poloze jezdce rezistoru) zkoumají závislost velikosti elektrického proudu na proměnném elektrickém napětí, poté při proměnném odporu (pro různé polohy jezdce rezistoru) nejprve odečítají hodnoty elektrického proudu a napětí na rezistoru. Ze zjištěných údajů poté sestojí graf závislosti elektrického proudu protékajícího rezistorem na elektrickém napětí, respektive na poloze jezdce (elektrickém odporu) a vyvodí z této závislosti kvalitativní závěr. Konečně vyvodí i kvantitativní vztah mezi velikostmi elektrického proudu, napětí na rezistoru a odporu rezistoru.

Odvození zákona rovnováhy na páce - Žáci hledají různé polohy a konfigurace závaží na páce, při nichž bude páka v rovnovážné poloze. Na závěr vyvodí vztah pro rovnost součinu hmotnosti závaží a délky ramene, respektive rovnost momentů sil.

Obdobný postup lze použít pro odkrytí celé řady elementárních fyzikálních zákonů a demonstraci některých fyzikálních jevů (závislost hydrostatického tlaku na hloubce, silové poměry na kladce a kladkostroji, šíření zvuku ve vakuu, atd.).

3.2.2. Didaktické požadavky na zařazení experimentu

Při zařazení experimentu do výuky, má-li splnit svůj původní účel, je nezbytné dodržet určité metodické požadavky. Svoboda uvádí šest kritérií pro zařazení a provedení experimentu [20]:

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

3.2.3. Rozvoj tvořivosti pomocí školního experimentu

Z výše uvedené klasifikace školních pokusů vyplývá, že samotné zařazení pokusu ještě není zárukou rozvoje tvořivosti žáků. Pokud učitel žákům demonstruje určitý jev, aniž by tuto demonstraci podal žákům problémově nebo jí například doplnil heuristickým rozhovorem, nelze mluvit o rozvoji tvořivosti a přínos takového experimentu je neúplný. Stejně tak frontální pokus, který žáci provádějí podle přesných

instrukcí bez prostoru pro vlastní tvořivou činnost a bez požadavku vyvodit z takového experimentu vhodný závěr není pro kreativitu žáka žádným přínosem.

Má-li školní fyzikální experiment kromě jiného rozvíjet i tvořivost žáků, musí být podán alespoň částečně problémově či heuristicky s požadavkem na žákovu tvořivou aktivitu. Pouhá reprodukce učitelova postupu a nekritické přijetí závěrů prezentovaných učitelem nebo textem takový přínos pochopitelně nemá. Má-li učitel možnost a umožňují-li mu to dosavadní vědomosti a dovednosti žáků, měl by experiment zařadit tak, aby jej mohli žáci alespoň částečně sami navrhnout, diskutovat o pozorovaných jevech a za pomoci učitele dojít k závěrům vyplývajícím z experimentu, ať už má tento výstup podobu kvalitativní nebo kvantitativní.

Příklad:

Jako příklad popíšeme stejný experiment provedený nejprve tradičně, s minimálním tvořivým vstupem ze strany žáka, poté stejný experiment se zvýšeným přínosem pro rozvoj žákovy tvořivosti. V obou případech jde o studium závislosti mezi elektrickým napětím na určité části elektrického obvodu a elektrickým proudem protékajícím tímto obvodem.

1) Učitel zapojí jednoduchý obvod s rezistorem a demonstračně měří elektrické napětí na rezistoru a elektrický proud protékající obvodem pro různé hodnoty rezistoru (pro přehlednost například hodnoty 100 Ω a 1 k Ω). Sestrojí graf závislosti elektrického proudu na napětí a ukáže žákům jaký vliv na naměřené hodnoty elektrického proudu zde má hodnota odporu rezistoru. Na závěr jim představí matematickou závislost elektrického proudu, napětí a odporu.

Žáci v tomto případě snad pochopili závislost elektrického proudu na velikosti elektrického napětí – Ohmův zákon - a pochopili význam elektrického odporu v tomto vztahu. Také se naučí používat matematický vztah pro výpočet některé z těchto veličin. To jsou však veškeré přínosy tohoto experimentu. Učitel jednoznačně nevyužil potenciál této úlohy k rozvoji dalších kompetencí žáka.

2) Žáci dostanou z úkol navrhnout pokus, včetně potřebných pomůcek, demonstrující závislost elektrického proudu na velikosti elektrického napětí (zjednodušující obměnou úlohy by bylo předložit před žáky potřebné pomůcky a požadovat návrh postupu s těmito pomůckami). Vstupním požadavkem je schopnost

žáků sestavit jednoduchý elektrický obvod, změřit elektrické napětí a proud a znalost veličiny elektrický odpor.

Formou heuristického rozhovoru žáci navrhnou provedení stejného pokusu jako v předchozím případě. Místo rezistorů různých hodnot mohou navrhnout proměnný rezistor či reostat nebo například různý počet zapojených žárovek – dvakrát větší počet žárovek => dvakrát vyšší elektrický odpor celé sestavy. Mohou ovšem také navrhnout obdobný postup, kdy odpor obvodu bude konstantní a proměnnou bude hodnota elektrického napětí, v nejlepším případě však jejich kombinaci, kdy celou závislost proměřují pro několik hodnot elektrického napětí. V tomto případě je závislost prověřena nekomplexněji. Učitel musí úvahy žáků řídit a navést je tak na nejracionálnější řešení.

Následuje vlastní provedení experimentu a měření. Ten lze realizovat demonstračně, přičemž je výhodou lepší kontrola učitele, nebo frontálně, kdy k pozitivnímu přínosu experimentu přistupuje i rozvoj pracovních kompetencí a technických dovedností žáků.

Vztah mezi naměřenými hodnotami znázorňují žáci graficky (Ohmův zákon) a následovně vyvozují závěr – elektrický proud roste přímo úměrně elektrickému napětí a klesá přímo úměrně s rostoucím elektrickým odporem – a formulují tento závěr matematicky. To vše heuristickou formou za pomoci učitele.

V druhém případě je přínos experimentu jednoznačně znásoben větší motivací, tvořivým přístupem a aktivizací žáků.

3.3 Fyzikální úloha

Dalším standardním nástrojem školské fyziky umožňujícím za vhodných podmínek rozvíjet kreativitu žáka na všech stupních fyzikálního vzdělávání je fyzikální úloha. Samotný obsah pojmu fyzikální úloha je velmi široký. Kolářová jej definuje následovně [20]: „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.“

Přínos fyzikálních úloh spočívá v jejich funkci poznávací, kdy žák aplikuje dosavadní teoretické vědomosti a poznává jejich konkrétní praktický význam, přičemž

se zároveň učí přemýšlet a uplatňovat tvořivý přístup. Další funkcí úlohy je ovšem také funkce motivační a kontrolní a především na základní škole pak funkce výchovná.

Řešení fyzikálních úloh zároveň „podporuje rozvoj vůle žáka překonávat překážky, rozvoj vytrvalosti, pohotovosti a vynalézavosti žáka [20]“.

3.3.1. Klasifikace fyzikálních úloh

Obsáhlá definice pojmu fyzikální úloha zahrnuje širokou paletu druhů úloh. Každá úloha však zpravidla sestává ze dvou základních částí [20]:

11) **Popis situace** – zadání všech nebo jen některých údajů potřebných k řešení.

12) **Otázka** či více otázek vymezující cíl úlohy.

Jsou-li ve fázi popisu úlohy uvedeny všechny potřebné údaje, mluvíme o úloze s **úplným zadáním**. Z hlediska tvořivého začlenění žáků do procesu řešení výuky jsou mnohem cennější úlohy, kdy si žák musí část potřebných údajů sehnat sám z jiných zdrojů. Takový typ fyzikální úlohy nazýváme úlohou s **neúplným zadáním** (blíže viz kapitola 3.3.2). Podrobná klasifikace fyzikálních úloh viz například [20].

Rozdělení úloh podle způsobu řešení

Podle požadovaného způsobu řešení lze fyzikální úlohy rozdělit na úlohy řešené heuristicky, aritmeticky, algebraicky, geometricky a graficky. Některé úlohy jsou řešitelné více způsoby.

Heuristické řešení

Heuristické řešení neboli řešení heuristickým rozhovorem je ústní řešení jednoduchých úloh. Patří sem i ústní řešení problémových úloh.

Aritmetické řešení

Aritmetické neboli numerické řešení se používá většinou v úvodních hodinách k řešení jednoduchých úloh bez použití fyzikálních vzorců v návaznosti na učivo matematiky. Úlohy jsou řešeny pomocí 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.

Příklad:

Výpočet dráhy rovnoměrného pohybu: Jakou vzdálenost urazí automobil za tři hodiny jízdy po dálnici průměrnou rychlostí $130 \frac{km}{h}$?

Jednoduchou dedukcí bez znalosti fyzikálního vzorce žák vyvodí, jakou vzdálenost urazí auto za tři hodiny, urazí-li za jednu hodinu 130 km.

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.

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 postupně od známých vztahů které vzájemně spojuje, až dospěje k hledané nové závislosti.

Příklad [15]:

Během noci klesla teplota vzduchu v pokoji horské chaty na 17 °C. Vzduch má hustotu $1,28 \frac{kg}{m^3}$ a objem vzduchu v místnosti je 35 m³. Kolik tepla musí vzduchu předat topné těleso, aby teplota v uzavřené místnosti vzrostla na 20 °C. Měrná tepelná kapacita vzduchu je $1000 \frac{J}{kg \cdot ^\circ C}$.

Při syntetickém řešení nejprve vyřešíme dílčí problémy – výpočet hmotnosti vzduchu a výpočet rozdílu teplot. Dílčí výsledky následně dosadíme do vztahu pro výpočet dodaného tepla.

$$m = \rho \cdot V = 1,28 \cdot 35 = 44,8kg$$

$$\Delta t = t_2 - t_1 = 20 - 17 = 3^\circ C$$

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = 44,8 \cdot 1000 \cdot 3 = 134\,400 J \doteq \underline{\underline{134 kJ}}$$

Topné těleso musí dodat vzduchu více než 134 kJ tepla.

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.

Příklad:

Pro příklad použijeme předcházející úlohu na výpočet tepla. Při analytickém řešení vycházíme z konečného vztahu a do něj dosazujeme dílčí vztahy pro výpočet hmotnosti a rozdílu teplot.

$$Q = m \cdot c \cdot \Delta t = \rho \cdot V \cdot c \cdot (t_2 - t_1) = 1,28 \cdot 35 \cdot 1000 \cdot (20 - 17) = 134\,400 \text{ J} \doteq \underline{\underline{134 \text{ kJ}}}$$

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.

Příklad:

Cyklista jel na svém výletě první polovinu cesty do kopce rychlostí $v_1 = 20 \frac{\text{km}}{\text{h}}$, druhou polovinu jel potom z kopce rychlostí $v_2 = 28 \frac{\text{km}}{\text{h}}$. Určete průměrnou rychlost cyklisty.

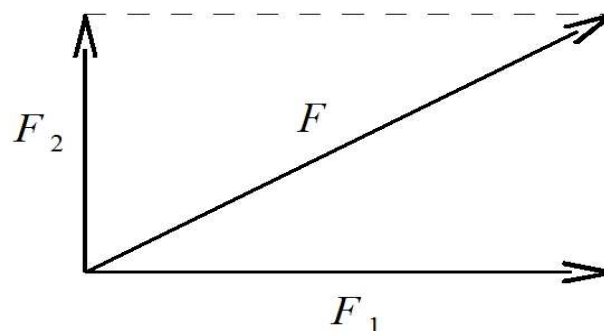
Při řešení využijeme dvakrát analytického postupu, nejprve při určení vztahu pro celkový čas pohybu a podruhé pro určení průměrné rychlosti. Spojení obou vztahů představuje syntetickou část řešení.

$$t = t_1 + t_2 = \frac{s_1}{v_1} + \frac{s_2}{v_2} = \frac{v_2 s_1 + v_1 s_2}{v_1 v_2} = \frac{v_2 s + v_1 s}{v_1 v_2}$$

$$v = \frac{2s}{t} = \frac{2s}{\frac{v_2 s + v_1 s}{v_1 v_2}} = \frac{2v_1 v_2 s}{v_2 s + v_1 s} = \frac{2v_1 v_2}{v_2 + v_1} = \frac{2 \cdot 20 \cdot 28}{20 + 28} = \underline{\underline{23,3 \frac{\text{km}}{\text{h}}}}$$

Geometrické řešení

Geometrické řešení využívá základní znalosti geometrie a trigonometrie. Řešitel využívá geometrickou konstrukci zachycující vztahy mezi veličinami zadanými a veličinami hledanými. Příkladem ve výuce fyziky na základní škole je například určování výslednice dvou kolmých sil, při čemž žák využívá znalost Pythagorovy věty (viz. obr. 3.3.1.).



$$F = \sqrt{F_1^2 + F_2^2}$$

Obr. 3.3.1: využití Pythagorovy věty k určení výslednice dvou kolmých sil

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.

Tento postup má na úrovni základní školy širší využití než řešení geometrické (kde mají žáci základní školy k dispozici pouze omezené nástroje geometrie). „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.“ [20] 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.

3.3.2. Tvořivé fyzikální úlohy

Následující kapitola by měla ve stručnosti shrnout některé vlastnosti tvořivé fyzikální úlohy. Správně sestavená tvořivá úloha není pouze nástrojem pro rozvoj tvořivosti žáka, ale je zároveň pro učitele mocným nástrojem diagnostiky dovedností a úrovně pochopení daného učiva.

Znaky tvořivé úlohy

Nejobecnějším znakem tvořivé úlohy je pochopitelně požadavek na tvořivý přístup k řešení úlohy, ke kterému nestačí pouhá reprodukce nabytých znalostí. V této větě jsou

dostatečně zahrnutý další případné znaky tvořivé úlohy. Přesto uvádíme některé další, podle nás podstatné body.

- Úloha je zadána problémově (viz kapitola 3.1.), není-li žák na dané úrovni schopen problém řešit individuálně, je řešení úlohy doplněno například heuristickým rozhovorem.
- Úloha nutí řešitele aplikovat získané poznatky na nový, dříve neznámý problém, klade tak požadavky na žákovy syntetické schopnosti, tedy schopnosti chápat probrané učivo v širších souvislostech a schopnost tyto souvislosti správně vytvářet.
- Zadání úlohy je zpravidla neúplné (viz dále)

Úlohy s neúplným zadáním

Zvláštní skupina, které se budeme věnovat blíže jsou úlohy, jejichž zadání označujeme jako **neúplné**. Úlohám tohoto typu věnujeme zvláštní kapitolu pro jejich veliký potenciál pro rozvoj tvořivosti a fyzikálního myšlení žáků.

Neúplnost zadání úlohy spočívá ve skutečnosti, že žák v zadání nenalezne všechny potřebné údaje, jak je tomu zvykem v úlohách na základní úrovni fixace učiva. Žák tedy musí nejprve vědět, které údaje pro úspěšné řešení úlohy potřebuje znát a následovně tyto údaje získat z jiných zdrojů. Úlohy s neúplným zadáním tak mnohem více odpovídají problémům reálného světa.

Příklad:

Urči hydrostatický tlak v nejhlubším místě oceánu – Mariánském příkopu.

Než žák vypočítá tento jednoduchý příklad musí nejprve zjistit hloubku v tomto místě oceánu a hustotu mořské vody. Informačním zdrojem může být například internet, či školní atlas a Matematické, fyzikální a chemické tabulky pro základní školu.

Nonverbální fyzikální úlohy

Zvláštní skupinou fyzikálních úloh s neúplným zadáním jsou úlohy nonverbální. Jak název napovídá, úloha tohoto druhu neobsahuje žádné, nebo pouze minimální množství doprovodného textu. Tímto textem je zpravidla pouze samotná otázka. Další potřebné informace musí žák získat z obrazového materiálu ať ve formě obrázků, či ve formě videa.

Neobsahuje-li zadání úlohy žádný doprovodný text, může učitel požadovat po žácích, aby nejprve objevili samotný problém vhodný k řešení a následovně tento problém řešili.

Příklad:

Urči, v jaké hloubce se potápeč na obrázku nachází (viz obrázek 3.3.2.1.)?



Obr. 3.3.2.1.: K příkladu nonverbální úlohy

4. Využití počítače při vyučování

Role počítače ve vzdělávání by se dala rozdělit na „výuku o počítači a výuku s počítačem“ [3]. V prvním případě jde o počítač jako samotný předmět výuky v rámci výuky informačních a komunikačních technologií. V druhém případě počítač slouží jako univerzální učební a didaktická pomůcka. Tyto dvě role se v reálném procesu ovšem vzájemně doplňují a překrývají.

V případě „výuky s počítačem“ vystupuje dále počítač ve dvou základních rolích. Zprvce slouží počítač jako všestranná **učební pomůcka** nejen při výuce programování nebo například počítačové grafiky, ale též ke zvýšení názornosti výuky jiných předmětů pomocí modelování, animací, prezentací atd.. Nahrazuje tak celou paletu dříve používaných didaktických technologií, především audiovizuálních pomůcek.

Zadruhé jde o využití počítače jako **didaktického prostředku** zvyšujícího (za vhodných podmínek) efektivitu výuky vyučovacích předmětů a do určité míry nahrazujícího dřívější práci učitele jako centrálního bodu vyučovacího procesu. Ve výuce jde především o využití výukového software.

4.1. Počítačem řízená a počítačem podporovaná výuka

4.1.1. Počítačem řízená výuka

S nástupem výpočetní techniky v druhé polovině dvacátého století vznikly v teoretické pedagogice teorie zahrnující počítač jako univerzální učební stroj nahrazující zčásti nebo zcela roli učitele ve výuce. Ideální učební stroj žákovi prezentuje nové učivo, poskytuje žákovi zpětnou vazbu a zohledňuje jeho individuální požadavky. Žák si sám volí tempo práce, počítač kontroluje jeho výsledky a dbá na dosažení požadované úrovně znalostí.

V případě výuky řízené počítačem jde o využití koncepce programového vyučování. V teorii programového vyučování nejde pouze o využití počítače, ale například i programovaného textu. Požadavkem na algoritmus vyučovacího programu je především schopnost zpětné vazby a zohlednění žákova individuálního tempa a schopností.

Základní koncepce programového vyučování:

10. Lineární program – nejméně příznivý z hlediska individuálních potřeb žáka a zpětné vazby poskytnuté žákovi, žák postupuje pevně danou posloupností úkolů,

podmínkou pro přistoupení k dalšímu úkolu je úspěšné zvládnutí úkolu předchozího (individuální tempo).

11. Větvený program – při neúspěšném splnění úkolu postupuje žák sadou jednodušších úkolů, které jej postupně dovedou ke splnění podmínek úkolu prvního, větvený program zohledňuje individuální schopnosti žáka lépe než program lineární.
12. Programy adaptivního řízení – jsou založeny na vzájemné interakci mezi programem a uživatelem, individualizace a zpětná vazba zde dosahuje nejvyšší úrovně.

Jakékoli pokusy nahradit učitele jakýmsi učebním strojem ovšem nesplnily někdejší nadšená očekávání. Programové vyučování dnes nachází své uplatnění především v případě výukových programů, ty ovšem nemohou v žádném případě nahradit funkci učitele ve výuce a výchově. V praxi jde pouze o přesunutí těžiště učitelovi práce do pozice facilitátora a koordinátora výuky. Tato role učitele je ve vyučovacím procesu nenahraditelná. Největším nedostatkem teorie počítačově řízené výuky je absence sociální dimenze vyučovacího procesu.

4.1.2. Počítačem podporovaná výuka

Počítačem podporovaná výuka (dále PPV) je souhrnný název pro široké využití výpočetní techniky ve výuce. Počítač slouží jako univerzální všestranná učební pomůcka, která nahrazuje mnoho dříve používaných zařízení a pomůcek, jako je zpětný projektor, kazetové rekordéry, CD přehrávače, video rekordéry a DVD přehrávače nebo například televize. Nabízí i nové dříve nedostupné možnosti, jako je internet nebo počítačové modelování a simulace. Ilustrativní rozdělení využití počítače ve výuce nabízí Slavík a Novák [18]. Jsou to:

- 13) multimediální programy
- 14) simulační programy, modelování
- 15) testovací programy
- 16) výukové programy
- 17) informační zdroje
- 18) videokonference
- 19) distanční formy výuky
- 20) virtuální realita

V praxi tyto jednotlivé prvky splývají. Výukové programy například často slouží jako multimediální programy a testovací programy.

3.2. Zhodnocení výuky pomocí počítače

Výhody

Výukové programy rozvíjejí kreativitu studentů více, než klasické prostředky.

Učení pomocí počítače je pro studenty zábavnější.

Žáci jsou motivováni tím, co je baví a zároveň se učí ovládat výpočetní techniku.

Probírané učivo je přijímáno zrakem i sluchem, je tedy mnohem snazší si jej zapamatovat.

Studenti si sami volí čas, kdy se budou učit.

Student má okamžitou zpětnou vazbu.

Výuka akceptuje individuální tempo a schopnosti žáka.

Počítač dokáže nahradit celou řadu pomůcek a bývá názornější než klasické pomůcky.

Při testování na počítači podstatně odpadá stresový faktor, žákovy chyby vidí pouze počítač, který zároveň není emotivní.

Nevýhody

Dochází k technickým problémům, některé školy mají problém s dostatečným vybavením kvalitní výpočetní techniky, chybí specializované učebny.

Vysedávání u počítače má jednoznačně negativní zdravotní dopady na lidské tělo – zrak, zápěstí, pohybový aparát.

Chybí sociální aspekt vyučovacího procesu – komunikace mezi studenty.

Hrozí závislost na počítači.

Hrozí ztráta motivace ke čtení.

Některé výše zmíněné závěry se týkají extrémního využití počítače při vyučování, výuky pomocí výukového software a spíše počítačem řízené výuky. V případě počítačem podporované výuky žák nemusí vůbec sedět u počítače a může pouze sledovat učitelovu prezentaci na stěně. Tím odpadá řada negativních dopadů, které souvisí s bezprostřední prací s počítačem, jako jsou zdravotní dopady, vznik závislosti nebo ztráta kontaktu s vrstevníky.

Hlavní motivem zařazení výpočetní techniky do vyučování formou PPV je princip názornosti, maximální zefektivnění přenosu informací mezi učitelem a žákem pomocí tzv. multimediálního působení a zvýšení motivace žáka. Negativním jevem může být rozptýlení žákovy pozornosti a samoučelné využívání výpočetní techniky na úkor reálných příkladů a předmětů, které by ve výuce měly mít vždy přednost.

3.3. Výukový software

Výukový software, někdy také teachware, je.. „software, který předkládá žákovi celek učiva a zajišťuje osvojení jeho obsahu žákem [3].

Se zařazením výukových programů do vyučování se mění role učitele ve vyučovacím procesu. Už není centrem procesu a zdrojem informací, ale pomocníkem a koordinátorem, který rozhoduje o správném výběru a zařazení programu do výuky a dbá na to, aby mělo zařazení počítače požadovaný přínos.

3.3.1. Funkce výukových programů

Výukový program, má-li být s úspěchem zařaditelný do výuky, musí nutně zastoupit několik funkcí. Mezi ně patří:

Schopnost motivovat žáka – tato zásada nakonec platí vždy, má-li dojít k efektivnímu procesu učení.

Předávání informací žákovi – výukový program předává žákovi nové poznatky (učivo), a to s využitím veškerých multimediálních prostředků – obrázků, grafů, animací, zvuků atd. a nikoli pouze suchých nezáživných textů. **Multimediální přenos** zajišťuje vyšší efektivitu přenosu informací a zároveň působí motivačně.

Upevňování osvojených vědomostí a dovedností – vhodný program poskytuje prostor pro opakování a procvičování nového učiva, čímž dochází k jeho fixaci.

Kontrola úrovně získaných poznatků – další nezbytnou součástí výukového programu by měla být kontrola úrovně získaných znalostí, která je později podkladem pro hodnocení a zpětnou vazbu.

Hodnocení a zpětná vazba - hodnocení žákova výkonu navazuje na předchozí bod. Nemělo by mít podobu pouhého bodového hodnocení, ale mělo být co nejkomplexnější. V případě, že žák neuspěl v jednom úkolu, je programem motivován k prostudování dané kapitoly. Hodnocení by mělo žákovi poskytovat jasnou zpětnou vazbu a mělo by být pochopitelně založeno na pozitivní motivaci žáka.

Ve skutečnosti nemusí každý didaktický program splňovat všechny zmíněné atributy. Program může být například čistě výkladový nebo naopak testovací. Z hlediska procesu výuky je ovšem žádoucí, aby byly všechny tyto funkce implementovány do jednoho programu a zároveň prezentovány žákovi co nejpestřejší, zajímavou formou.

3.3.2. Klasifikace výukových programů

Klasifikace výukových programů je velmi široká a různorodá, v závislosti na zvoleném hledisku. I těchto hledisek může být celá řada od účelu, funkce, programu až například po vyučovaný předmět nebo věk cílového uživatele a stupeň vzdělávání. Z mnoha možných hledisek jsme vybrali dvě [3]:

podle funkce programu ve výuce:

1. výklad učiva
2. procvičování učiva
3. testování úrovně osvojení učiva
4. simulační programy
5. didaktické hry
6. elektronické učebnice
7. elektronické encyklopedie
8. řízení laboratorních úloh
9. výuka programování

podle způsobu užití:

1. pro přímé nasazení do výuky
2. pro samostudium

3.3.3. Kriteria pro výběr vhodného programu

Kriterií pro výběr vhodného výukového software je mnoho a je zcela na učiteli, který program bude ten nejvhodnější, který nejlépe vyhovuje jemu stanoveným cílům. Těmi hledisky, které musí učitel (nebo obecně uživatel) zvážit vždy, patří:

- obsah výukového programu – obsah programu musí odpovídat osnovám (školnímu vzdělávacímu plánu) a našim požadavkům

- didaktické aspekty – program musí být přiměřený věkové skupině, musí žáka náležitě motivovat, ale neodvádět jeho pozornost, struktura programu musí být logická
- hardwarové požadavky – je třeba vzít úvahu vybavení školy výpočetní technikou a akceptovat její technické možnosti (výkon, operační systém, dostatek volného místa na disku, ...)
- instalace – zda zakoupíme multilicenci pro celou učebnu, či jednouživatelskou licenci pro instalaci pouze na jeden počítač. Každý software by měl obsahovat příslušnou dokumentaci k instalaci

3.3.4. Autorský zákon a výukový software

Právo používat, dále šířit, prodat nebo pronajmout jakýkoli software máme pouze se svolením autora produktu a ten některá tato práva prodává prostřednictvím licence. Součástí licenčního ujednání, které je vždy součástí každé dodávky software je dále bližší ujednání ohledně užívání programu. Licenční ujednání například ošetřuje, kde lze program využívat (v kanceláři, doma, ...), kolik uživatelů jej může využívat (jednouživatelská licence, multiverze, ...) a zda jej lze využít ke komerčním účelům. Zpravidla platí, že instalací produktu dáváme najevo svůj souhlas s ustanoveními licenční smlouvy, přijímáme je jako závazná a budeme se jimi řídit.

Typy licencí

- Registrovaná licence – dostupná po uhrazení poplatku, omezená na dobu, která program registrovala. Má dvě varianty:
 - Domácí licence – provoz programu na domácím počítači, právo na užívání mají všichni členové domácnosti registrovaného uživatele
 - Komerční licence – využití komerčními i neziskovými organizacemi, je omezena počtem počítačů, na kterých může být legálně nainstalována
- Freeware – autor programu poskytuje licenci zdarma, neznamená to však, že by se vzdával svého autorského práva. Někdy dovoluje volné použití programu pouze pro nekomerční účely.
- GPL (general public licence) – software je možné volně využívat, modifikovat a dále šířit, další šíření nesmí být ovšem zpoplatněno
- Donationware – platba licence je čistě dobrovolná

- Shareware – zpravidla plně verze programů, které jsou volně ke stažení a vyzkoušení. Jejich další využívání je ovšem podmíněno zakoupením licence po uplynutí určité doby.
- Trialware (trial) – časově omezená volná plně funkční verze. Po určitém čase dojde k jejímu automatickému zablokování.
- Adware – užívání programu je zdarma, součástí produktu je ovšem reklama, ze které je vývoj programu placen a kterou nelze odstranit
- Demo – ukázkové verze s omezením některých důležitých funkcí
- Cardware – někdy také *postcardware* – autor poskytuje program k neomezenému využití, oplátkou ovšem požaduje zaslání pravé poštovní pohlednice. Obdobně se používají i další žertovné licence, jako například bierware (autor si nechá zaplatit pivo).

Nutno dodat, že naprostá většina kvalitních výukových programů je šířená s registrovanou licencí. Nevýhodou tohoto řešení je cena produktu, která v případě síťových verzí programů není pro současnou školu nikterak zanedbatelná a která pak často rozhodne o koupi programu do školy. Problémem při výběru takového programu se stává částečně i současná poměrně široká nabídka programů, z nichž ovšem zdaleka ne všechny odpovídají požadavkům výuky. V případě plánované koupě takového produktu je vhodné předem využít nabídky některých firem v podobě zkušebních verzí jejich programů šířených zdarma jako demo verze či časově omezené trial verze.

Vzhledem k současným cenám komerčních programů je vhodné věnovat pozornost programům z oblasti freeware či GPL, které jsou na internetu také k dispozici. Navíc nemusí být vždy pravdou, že by jejich kvalita a nabídka významným způsobem pokulhávala za programy komerčními. Některé z nich jsou naprosto dostatečné a někdy dokonce vhodnější než jejich draze placená obdoba. Příklady některých takových produktů pro výuku fyziky uvádíme v kapitole 5.

5. Software pro výuku fyziky

Cílem následující kapitoly je rozbor a zhodnocení v současné době dostupných programů pro výuku fyziky na základní škole. Vybrali jsme pouze programy zaměřené čistě na výuku tohoto předmětu, ačkoli do výuky fyziky lze velmi kreativně zařadit může například stejně dobře posloužit některý program z balíku kancelářských aplikací, jako jsou MS Word či MS Excel. Hlavním kritériem hodnocení software bude především požadavek na rozvoj tvořivosti žáka pracujícího s programem, ale i zařaditelnost programu do výuky a kvalita uživatelského prostředí. Výukové programy jsme rozdělili do skupin podle zaměření programu na ...

1. **Programy čistě výkladové** – zpravidla však obsahují i testovací část, která má uživateli poskytnout potřebnou zpětnou vazbu.
2. **Programy testovací** – na našem trhu jsme našli jediného zástupce, a to program firmy Didakta.
3. **Interaktivní „stavebnicové“ programy** a aplikace umožňující vytvářet vlastní modely – takové patří pochopitelně z pohledu této práce mezi nejhodnotnější, neboť nejlépe přispívají k rozvoji kreativity uživatele.
4. **Výukové hry** – mohou být velmi cenné pro rozvoj tvořivosti žáka a svou schopností motivovat žáka.
5. **Komplexní počítačové rozhraní** spojující reálný experiment s počítačovým zpracováním naměřených dat – sem jsme zařadili pouze jednoho zástupce, a to školní soupravu ISES.

Kriteria hodnocení výukového software

1. **Požadavek na tvořivost žáka** – zda práce s programem vyžaduje tvořivý přístup žáka a rozvíjí tak jeho tvořivost nebo zda jde o pouhou prezentaci učiva.
2. **Zařaditelnost do výuky** – nakolik je zařazení programu do výuky účelné a nakolik skutečně přispívá k dosažení učitelem stanovených cílů. Práce s programem může být pro žáka atraktivní, pokud ovšem nebude znamenat další přínos, je jeho zařazení do výuky z pohledu vzdělávacího procesu ztrátou času.
3. **Uživatelské prostředí** – přívětivé uživatelské prostředí může žáka pozitivně motivovat, přemělkované prostředí jej ovšem může nevhodně rozptýlit. Sebekrásnější uživatelské prostředí nemůže v žádném případě nahradit nekvalitní

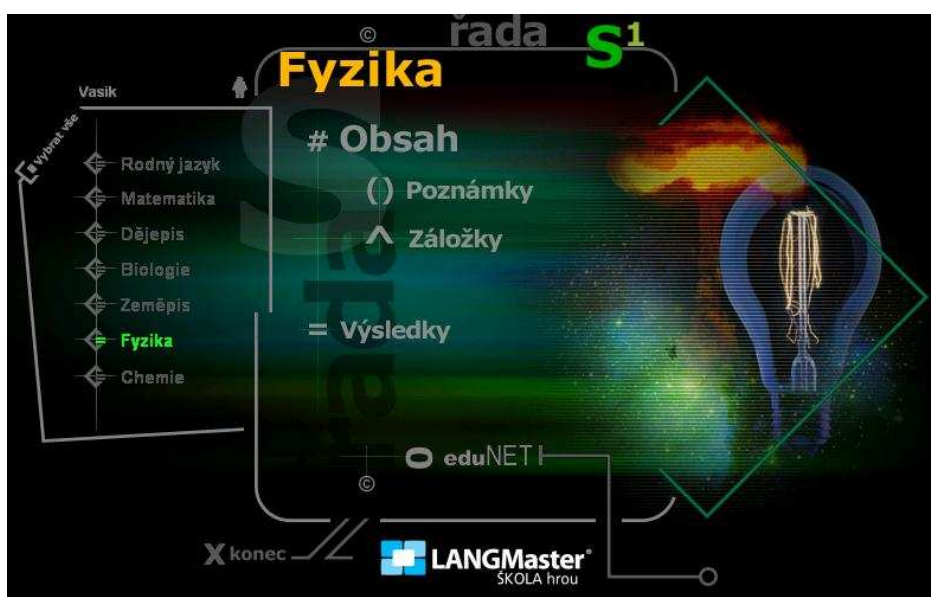
obsah programu. I v případě výukového programu platí potřeba rovnováhy mezi obsahem a formou.

5.2. Hodnocení vybraného software pro výuku fyziky

5.2.1. Výkladové programy

5.2.1.1. LANGMaster, Škola hrou - Jak věci fungují

Klasický výukový program obsahující výukovou část podpořenou mnoha obrázky, animacemi a modely, a část testovací, sloužící k poskytnutí uživateli zpětnou vazbu. Učivo je v programu členěno podle tradičních tématických celků. Za čest firmě Langmaster je třeba dát, že oba díly tohoto programu vyšly zdarma v Mladé frontě (nejde pochopitelně o síťovou verzi). Na internetové adrese <http://www.branavedeni.cz/> je navíc volně ke stažení mnoho animací a obrázků z tohoto programu. Na rozdíl od jiných výukových programů tohoto typu je v programu firmy Langmaster velmi dobře zvládnutá otázka testování a zpětné vazby. Možným negativem je značně přemělkované prostředí aplikace a nepřehledné ovládání.



Obr. 5.2.1.1.1: Nedostatkem programu firmy Langmaster je nepřehledné ovládání aplikace.

Požadavek na tvořivost žáka

Výkladová část obsahuje celou řadu kvalitně zpracovaných animací a videí, které působí na žáky motivačně a které lze tvořivě zařadit do výuky příslušného učiva. Každá

kapitola navíc obsahuje videa se zajímavými fyzikálními experimenty. Testovací úlohy jsou oproti jiným aplikacím tohoto typu poměrně tvořivé a zajímavé, což hodnotíme u tohoto programu velice kladně.



Obr. 5.2.1.1.2: Velikou předností programu firmy Langmaster jsou zajímavé interaktivní úlohy v testovací části.

Zařaditelnost do výuky

Samotný výukový program je vhodný spíše pro samostudium, kdy může působit velmi hodnotně. Presentované učivo odpovídá úrovni základní školy a forma výuky je pro žáka motivující. Pro potřeby výuky je možné použít obrázky, animace a videa, kterých program obsahuje velké množství. Jejich zařazení pak závisí na dovednostech a tvořivosti učitele. Samostatná práce žáka s programem je také vhodná, prostředí aplikace může ovšem nevhodně odvádět pozornost žáka.



Obr. 5.2.1.1.3: Fyzikální experimenty v programu *Jak věci fungují*.

Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí si klade za cíl maximálně se přizpůsobit požadavkům dnešního uživatele, design programu je moderní a žáka dokáže motivovat k samostatné práci s tímto programem. Pro potřeby cílené výuky je ovšem tento poněkud přehnaný důraz na efektivní a moderní vzhled spíše nevhodný, žáka může příliš rozptylovat. Ovládání programu je ze začátku poměrně nepřehledné.

5.2.1.2. Zebra pro školy – fyzika

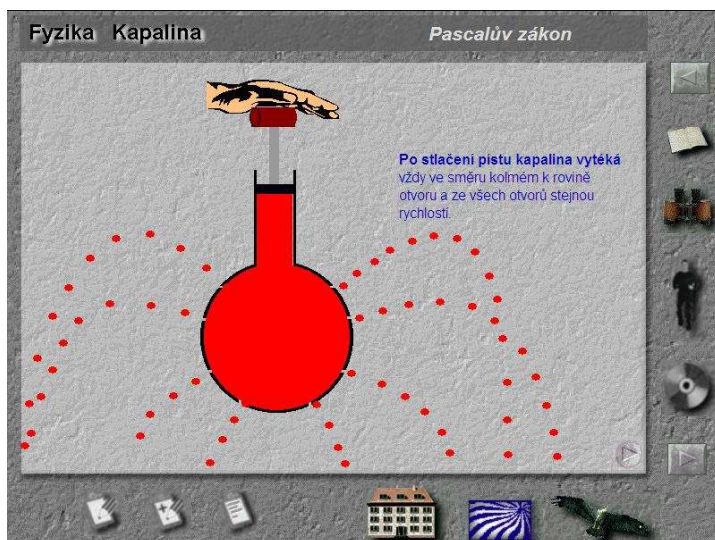
Další klasický výukový program s typickým členěním – výklad + testování, tentokrát o mnoho střízlivější než předchozí. Učivo je rozděleno podle tématických celků včetně historie. Výklad učiva je klasicky podpořen obrázky a jednoduchými, ne příliš zdařilými animacemi. Na rozdíl od některých dalších programů tohoto typu tento program dobře koresponduje s učivem základní školy.



Obr. 5.2.1.2.1: Hlavní menu programu Zebra pro školy.

Požadavek na tvořivost žáka

Aplikace představuje poměrně strohý výkladový a testovací program, prostředí programu není příliš tvůrčí, ačkoli zařaditelnost programu do výuky je dobrá. Žák nemá prostor pro jakýkoli tvořivý vstup.



Obr. 5.2.1.2.2: Animace demonstrující Pascalův zákon

Zařaditelnost do výuky

Probíraná látka odpovídá svým rozsahem a obtížností učivu základní školy. Prostředí aplikace žáka zbytečně neodvádí od práce, a tak je tento program dobře použitelný pro potřeby výuky. Učitel nevyužije žádnou část demonstračně, program je vhodný pro samostatnou práci žáků s programem, pro kterou je také určený. Testovací

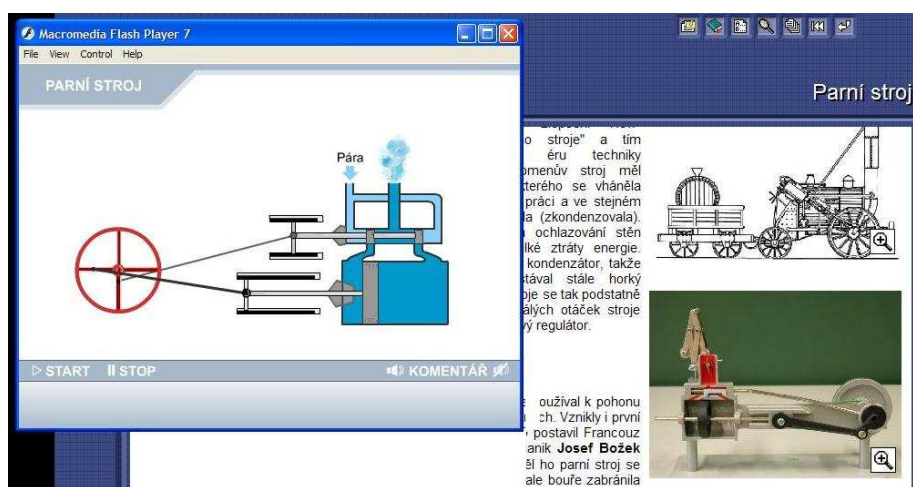
část obsahuje netvořivé tradiční otázky s možností volby správné odpovědi, zpětná vazba poskytovaná uživateli je minimální, pouze formou dobrá či špatná odpověď.

Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí aplikace je jednoduché, ovšem funkční. Žáka zbytečně nerozptyluje od zadané práce. K práci s programem ovšem musí žáka motivovat spíše učitel, prostředí není pro moderního žáka příliš atraktivní.

5.2.1.3. Fyzika zajímavě

Sada programů **Fyzika zajímavě** (jednotlivé díly jsou rozděleny podle tematických celků) je typickým multimediálním interaktivním výukovým programem se vším, co bychom od takového programu čekali – výklad podpořen kvalitními ozvučenými animacemi, obrázky, zajímavostmi a konečně možností testovat získané znalosti. Jelikož je každému tematickému celku věnován samostatný díl, je záběr učiva poměrně široký. Z tohoto důvodu je program vhodný spíše pro samostudium než pro využití při výuce na základní škole. Učivo základní i střední školy je zde probíráno spíše kvalitativně.



Obr. 5.2.1.3.1: Program *Fyzika zajímavě* je cenný především zásobou kvalitních ozvučených animací

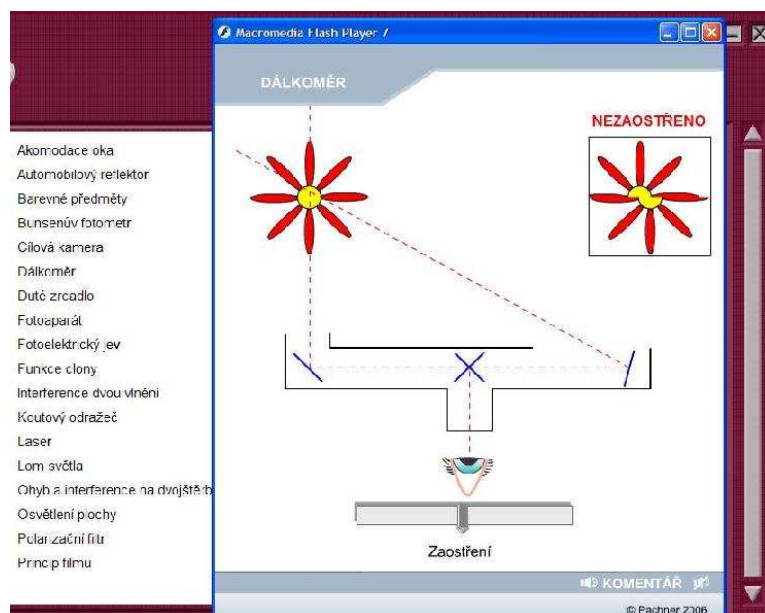
Požadavek na tvořivost žáka

Míra tvořivosti jak při výkladu nového učiva, tak při následném testování znalostí, která je po uživateli vyžadována je rovna prakticky nule. Rozvoj tvořivosti jednoznačně není cílem tohoto spíše výkladového programu, což ovšem nebrání učiteli, aby například použil povedené animace z této aplikace tvořivě.

Zařaditelnost do výuky

Jak již bylo řečeno, program svým rozsahem překrývá hranice mezi základní a střední školou a je tak určen spíše pro zájemce o samostudium. Program ovšem obsahuje zásobu kvalitních ozvučených a v některých případech interaktivních animací a simulací, které lze při výuce velmi výhodně využít. Jakým způsobem, to je otázkou

využití modelů a simulací při výuce a závisí čistě dovednostech a vtipu učitele, jak připravené animace využije.



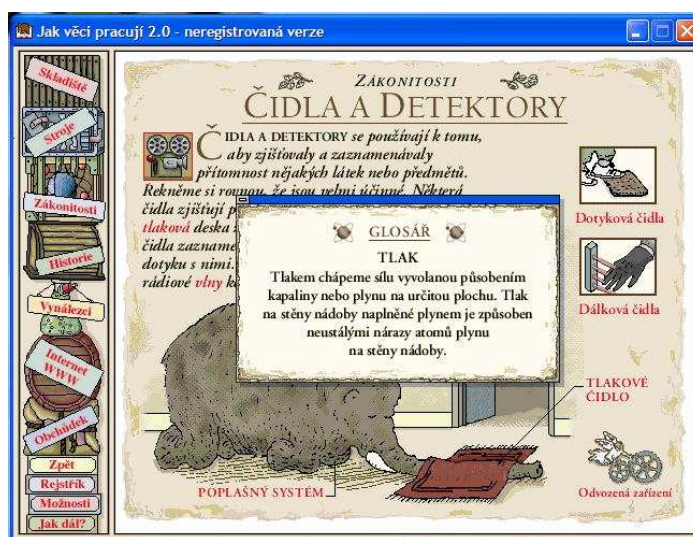
Obr. 5.2.1.3.2: Ozvučená interaktivní animace dálkoměru v programu Fyzika zajímavě - Optika

Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí je v porovnání s titulem programu, Fyzika zajímavě, překvapivě velmi strohé, což ovšem zdaleka nemusí být při výuce na škodu. Žáci nejsou rozptylováni zbytečnými efekty, ovšem pro úplnost je nutno říci, že nejsou ani příliš motivováni s takovým programem pracovat.

5.2.1.4. Jak věci pracují (BSP Multimedia)

Výukový program na rozhraní fyziky a technické výchovy veselým způsobem představuje žákům funkci některých strojů a zařízení, popisuje vybrané fyzikální jevy a zákonitosti, historii a životopisy některých vynálezců a vědců. Obsahuje také kreslené „minifilmy“, které vtipnou formou představují žákům vybraný fyzikální problém a které mohou být zajímavým a tvořivým způsobem zařazeny do výuky fyziky.



Obr. 5.2.1.4.1: Jak věci pracují firmy BSP Multimedia

Požadavek na tvořivost žáka

Žák atraktivním způsobem poznává funkci složitých strojů a zařízení. Je motivován příjemným a veselým prostředím aplikace a nenásilnou formou zapojuje své tvořivé myšlení při objasňování si funkce vybraných zařízení. Krátké vtipné kreslené pohádky s Chlupáčem mamutem v hlavní roli žáka motivují k hledání odpovědí na vybrané fyzikální problémy.



Obr. 5.2.1.4.2: Mamutí biograf – v epizodě „I mamut potřebuje podestlat“ je problém nadzvednutí mamuta vyřešen pomocí páky.

Zařaditelnost do výuky

Program je vhodný pro samostatnou práci žáka jako doplněk k výuce fyziky na základní škole. Motivující a zajímavé může být zařazení mamutích minipohádek do výuky. Filmy totiž nedávají přímé odpovědi na vybrané fyzikální problémy a poskytují tak prostor pro následný problémový rozbor daného tématu.

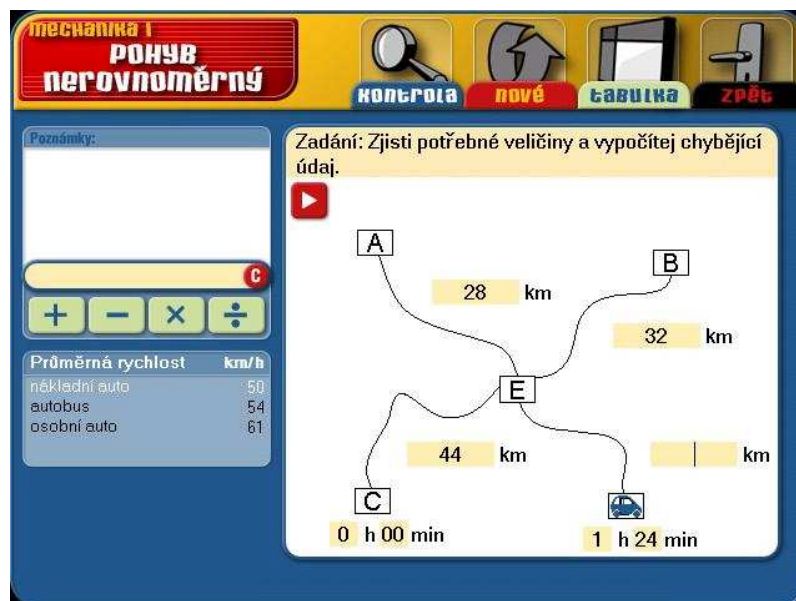
Uživatelské prostředí

Prostředí programu je příjemné, veselé a přehledné, ovládání aplikace je tak poměrně jednoduché. Svým designem bude motivovat spíše žáky mladšího věku, ačkoli tématicky může být program zařazen i ve výuce vyšších ročníků základní školy. Věříme ovšem, že mamutí pohádka může být příjemným zpestřením i ve výuce v devátém ročníku (ne však pravidelně).

5.2.2 Testovací programy

5.2.2.1 Didakta – fyzika

Výukový program ze sady programů firmy Didakta je testovacím programem, neobsahuje tedy výkladovou část. Celý program obsahuje sadu úloh seřazených podle tématických celků – pohyb, práce a výkon, mechanická energie, termika, optika, elektrické obvody a historie. Učivo odpovídá učivu základní školy, některé tématické celky ovšem neobsahuje. Chybí například převody základních fyzikálních veličin a některé další kapitoly. Testovací úlohy jsou zajímavé svou interaktivitou, citelně ovšem chybí větší rozsah obtížnosti úloh, které jsou poměrně jednoduché, až v některých případech banální. Tento fakt ovšem dostatečně vyvažuje tvořivé zadání některých úloh. Zajímavé jsou například úlohy na výpočet nerovnoměrného pohybu a velmi hodnotné jsou úlohy z optiky – zobrazení zrcadly a čočkami.



Obr. 5.2.2.1: Nerovnoměrný pohyb v programu firmy Didakta

Požadavek na tvořivost žáka

Všechny úlohy jsou zadávány neúplně, žák musí nejprve zjistit, které veličiny má vůbec počítat a které údaje k tomu potřebuje. Relativně tvořivé zadání úloh je velkou předností tohoto poměrně povedeného programu, ačkoli samotné úlohy jsou potom spíše velmi jednoduché.

Zařaditelnost do výuky

Program je velmi dobře zařaditelný při opakování a procvičování učiva, ne snad až tolik pro samotné hodnocení žáka (kvůli nízké obtížnosti úloh). Pozitivní účinky na motivaci žáků a pochopení učiva mělo již pouhé demonstrační zařazení programu do výuky, kdy byly úlohy promítány na plátno (program jsme testovali při procvičování učiva v sedmém a osmém ročníku). Pochopitelně mnohem hodnotnější je jeho zařazení, může-li s ním žák pracovat sám.

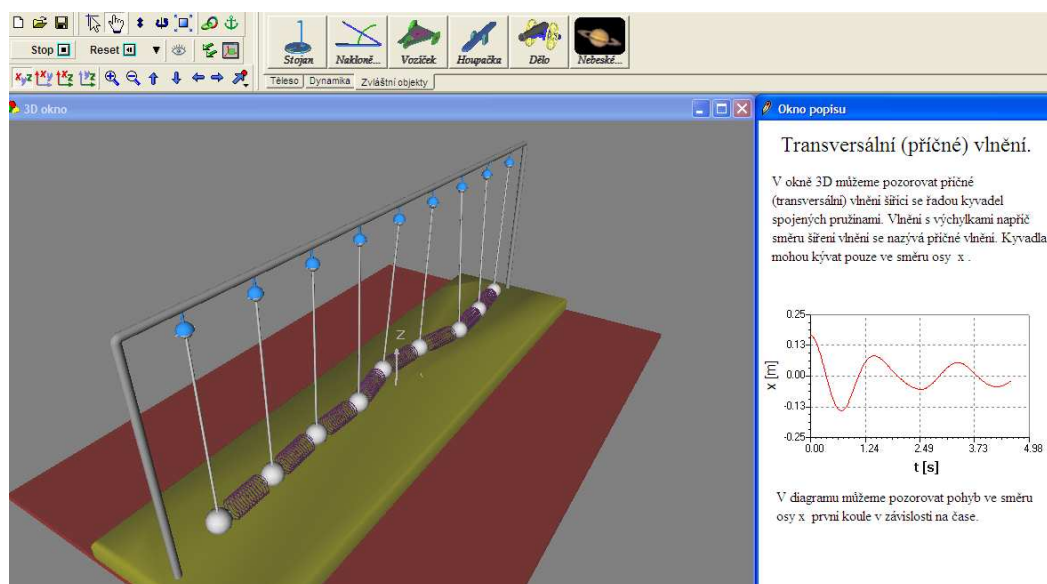
Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí programu je účelné a příjemné, žáka v žádném případě zbytečně nerozptyluje, ale ani nedemotivuje.

5.2.3 Stavebnicové programy a programy umožňující vytvářet vlastní modely

5.2.3.1 Newton 3

Třetí díl vzdáleného příbuzného programu Edison (viz dále). Po předchozích dvou dílech je Newton konečně věnován klasické fyzice, konkrétně mechanice a částečně elektrostatice. Dříve šlo spíše o technologii a technickou výchovu. Z hlediska rozvoje tvořivosti jde o klenot mezi výukovými programy, leč bohužel jeho složitost do značné míry brání plnohodnotnému zařazení do výuky na základní škole. Výukový program Newton 3 je prostředí umožňující sestavovat interaktivní fyzikální experimenty a úlohy, nebo použít či modifikovat modely hotové. Práce s programem vyžaduje důkladné seznámení se s aplikací, v konečném výsledku však umožňuje vytvořit velmi kvalitní interaktivní model, grafy a úlohy. Součástí programu jsou i již hotové modely a úlohy, ty ovšem svou složitostí sahají daleko mimo rámec učiva základní školy. Poučený učitel ovšem může vytvořit prakticky jakýkoli experiment či interaktivní úlohu. Program do značné míry nahrazuje (a v mnohém předhání) dnes již zestárlý program Famulus (viz kapitola 5.2.3.4.) a vyplňuje tak jistou mezeru v současné nabídce výukových programů.



Obr.5.2.3.1.1: Příčné vlnění v programu Newton 3

Požadavek na tvořivost žáka

Program je svou povahou přímo určen k rozvoji kreativity a fyzikálního myšlení. Učitel může pochopitelně sám vyrobit a použít modely k podpoře své výuky

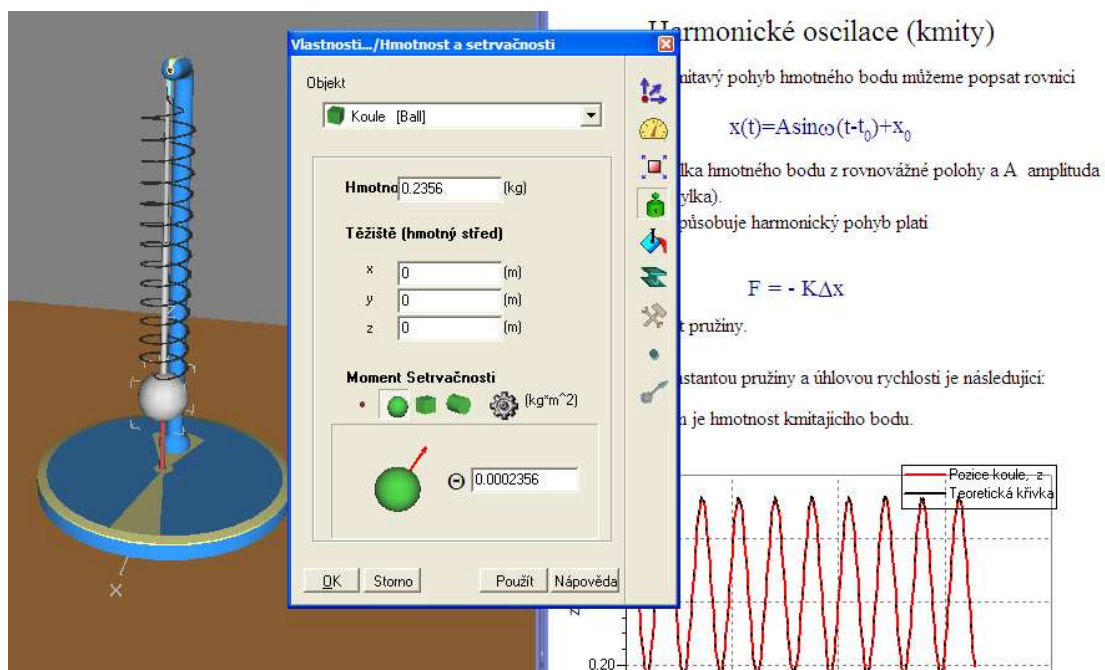
demonstračně, plný potenciál tohoto programu se ovšem rozvine až při samostatné práci žáka či studenta s programem, ať jde o vytváření vlastních modelů nebo „jenom“ o modifikaci modelů hotových. U každého modelu lze měnit celou řadu parametrů a určovat řadu veličin, což přirozeně nabízí prostor pro experimentování a problémovou výuku.

Zařaditelnost do výuky

Plnohodnotná práce s aplikací, to znamená vytváření vlastních modelů, grafů a úloh, vyžaduje značnou míru fyzikálních znalostí, abstraktního myšlení, a znalosti práce se samotným programem. Vzhledem k určité náročnosti této práce je využití programu Newton 3 spíše otázkou specializovaného fyzikálního kroužku či dlouhodobého projektu na rozmezí výuky fyziky a výpočetní techniky.

Uživatelské prostředí

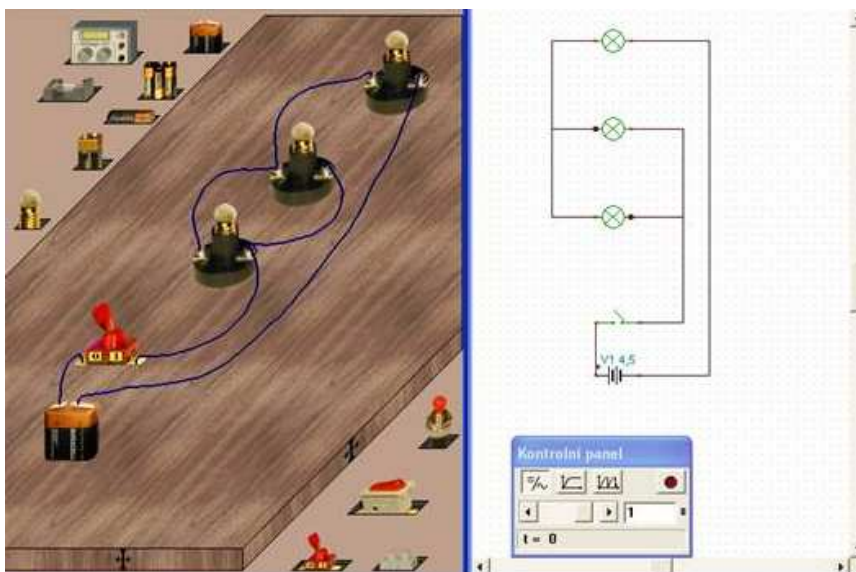
Uživatelské prostředí programu Newton 3 je funkční a přehledné, především pak v porovnání s množstvím nabízených funkcí. Výstup v podobě hotového funkčního modelu je velmi kvalitní a realistický.



Obr. 5.2.3.1.2: Program Newton umožňuje vytvářet interaktivní realistické experimenty s možností nastavení mnoha proměnných.

5.2.3.2. Edison

Program vznikl zjednodušením profesionálního programu, sloužícího k testování reálných elektronických obvodů. Sám Edison je stále do značné míry velmi realistický. Této profesionalitě je ovšem poplatná i vyšší složitost práce s aplikací, která se neobejde bez základních znalostí z elektroniky nebo alespoň důkladného vedení učitelem. Program ovšem pochopitelně umožňuje i sestavování velmi jednoduchých elektrických obvodů, kdy je samotné ovládání programu spíše intuitivní.



Obr. 5.2.3.2.1: Edison

Požadavek na tvořivost žáka

Program již svou povahou větší či menší míru kreativity přímo vyžaduje. Žák či student může při práci s programem Edison plně zapojit veškerou tvořivost při sestavování elektrických obvodů od jednoduchých, až po velmi složité obvody s využitím integrovaných obvodů. Program také nabízí širokou škálu hotových projektů, které může uživatel dále modifikovat.

Zařaditelnost do výuky

Program je velmi vhodný pro zařazení do výuky elektroniky na vyšších stupních fyzikálního a elektrotechnického vzdělávání počínaje vyššími ročníky základní školy, spíše však střední školou. Mnoho plnohodnotné zábavy při práci s programem ovšem zažije i pokročilý elektrotechnik amatér, či student vysoké školy.

Pro účely výuky v nižších ročnících (elektrické obvody v šestém ročníku) je mnohem vhodnější jednodušší, i když méně realistický, freewareový program Crocodile

Clips 3D (viz kapitola 5.2.3.3.), popřípadě další zahraniční jednoduché programy tohoto typu.

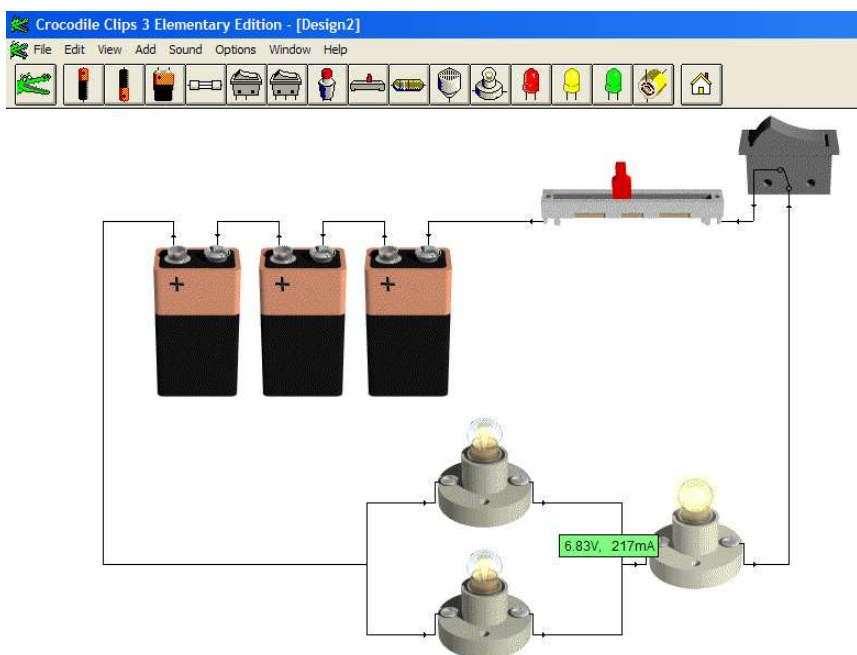
Uživatelské prostředí

Program pracuje ve dvou módech – v prvním případě přímo zapojujeme reálné součástky, v druhém případě vytváříme schéma daného obvodu. Schéma elektrického obvodu se zároveň automaticky vykresluje při sestavování reálného obvodu.

Prostředí je účelné a poměrně přehledné, uživatele začátečníka by ovšem mohlo rozptylovat veliké množství součástek, které jsou mu k dispozici.

5.2.3.3. Crocodile Clips 3D Elementary Edition

Jednoduchý volně dostupný program na sestavování elektrických obvodů. Jde vlastně o obdobu mnohem profesionálnějšího a dokonalejšího Edisonu, proti kterému nabízí uživateli pouze omezené množství použitelných součástek. Program si nedělá ambice být Edisonovi konkurentem, obsahuje ovšem všechny součástky, které by mohl žák základní školy při sestavování jednoduchých obvodů potřebovat. Umožňuje také určovat hodnotu napětí a proudu v obvodu včetně směru elektrického proudu. Jelikož je ovládání programu velmi intuitivní a jednoduché, stává se program výbornou didaktickou pomůckou při výuce základů elektroniky a odpovídajícího učiva fyziky na základní škole.



Obr.5.2.3.3.1: Jednoduché a přehledné uživatelské prostředí aplikace Crocodile Clips 3D

Požadavek na tvořivost žáka

Jelikož žák sám sestavuje elektrické obvody, může experimentovat se zapojením a určovat změny elektrického proudu a napětí, je tento program výbornou pomůckou pro rozvoj tvořivosti při výuce daného učiva. S programem může pracovat i nezkušený uživatel, který díky jednoduchosti a přehlednosti aplikace rychle pochopí princip funkce tohoto programu.

Zařaditelnost do výuky

Při sestavování jednoduchých elektrických obvodů a studia základních prvků elektrických obvodů může být v současné době tento program velmi vhodnou alternativou stárnoucího a nedostatečného vybavení fyzikálních kabinetů na některých základních školách. A dokonce i v případě, že fyzikální kabinet je zásoben dostatečně, je práce s tímto programem pro začátečníka přijatelnější, než orientace ve změní vodičů a strach z úrazu elektrickým proudem.

Kromě toho, že program citelně usnadní učitelovu přípravu a organizaci práce (v porovnání s přípravou stejně hodnotné laboratorní práce), umožňuje mu navíc vytvářet pro žáky hotové obvody, které mohou později sami modifikovat, hledat chyby atd. (problémová výuka). Tento program jsme s úspěchem testovali při výuce elektrických obvodů v osmém a devátém ročníku. Pro svou jednoduchost by byl program zařaditelný již v šestém ročníku při samotném úvodu do studia elektrických obvodů

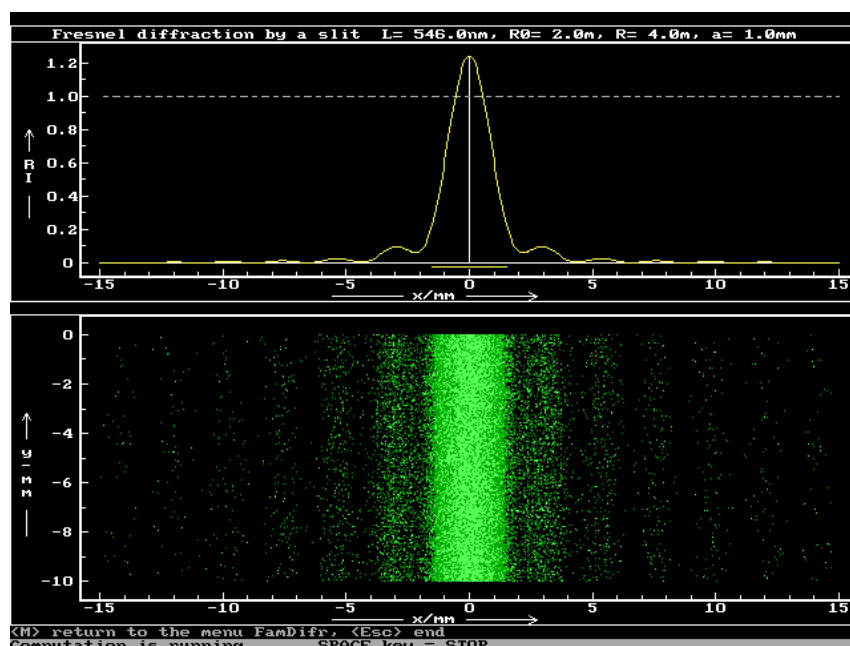
Uživatelské prostředí

Jednoduché a přehledné uživatelské prostředí programu Crocodile Clips 3D žáky zbytečně nerozptyluje a neodvádí od zadané práce. Snad jedinou nevýhodou tohoto programu je angličtina. Po jednoduché instruktáži ovšem žák postupuje intuitivně podle ikon na pracovní ploše.

5.2.3.4. Famulus

Program Famulus není ani tak programem, jako spíše zjednodušeným programovacím jazykem (včetně příslušného uživatelského prostředí) určeným pro vytváření matematických a fyzikálních animací, modelů a grafů. V rukou zkušeného uživatele jde o mocný nástroj, který je ovšem v současné době již velmi zastaralý - pracuje pod operačním systémem DOS, čemuž odpovídá i zastaralá grafika uživatelského prostředí. Na internetu jsou volně dostupné některé rozšiřující balíky

programů pro tento program (v anglickém jazyce). Příkladem je FamDifr k demonstraci problémů z oblasti vlnové optiky (viz obr. 5.2.3.4.1.) nebo například FamAstro k provádění astronomických výpočtů a modelů z oblasti astronomie.



Obr. 5.2.3.4.1: Demonstrace difrakčních jevů v prostředí Famulus s pomocí rozšiřujícího balíku programů FamDifr volně dostupného na internetu.

Požadavek na tvořivost žáka

Na úrovni základní školy nelze očekávat, že by si žák sám vytvářel modely nebo třeba jenom upravoval modely hotové. Samotné ovládání a spouštění vyžaduje určité zkušenosti s tímto prostředím. Vytváření nových, či úprava stávajících modelů vyžaduje navíc znalost programovacího jazyka Famulus a snad alespoň základní zkušenosti s programováním.

To ovšem nevylučuje tvořivé zařazení vytvořených modelů do výuky. Potom ovšem platí stejné zásady jako pro každý jiný model či animaci a není specifickou vlastností prostředí Famulus (viz kapitola 3. – Rozvoj tvořivosti při výuce fyziky).

Zařaditelnost do výuky

Jak bylo zmíněno výše, zařazení systému Famulus do výuky je otázkou zařazení kteréhokoli jiného modelu, simulace, či pokusu. Na úrovni základní školy totiž nelze očekávat, že by žák sám program upravoval. Přínos takové výuky závisí pouze na důvtipu a dovednostech učitele.

Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí programu Famulus je poplatné době svého vzniku. Je zastaralé a pro dnešního žáka nezajímavé. To ovšem nijak nesnižuje kvalitu programu a záměr tvůrců projektu. Celý program by si jistě zasloužil zmodernizovat a upravit pro požadavky a „oko“ moderního uživatele.

5.2.4. Výukové hry

5.2.4.1. Physikus

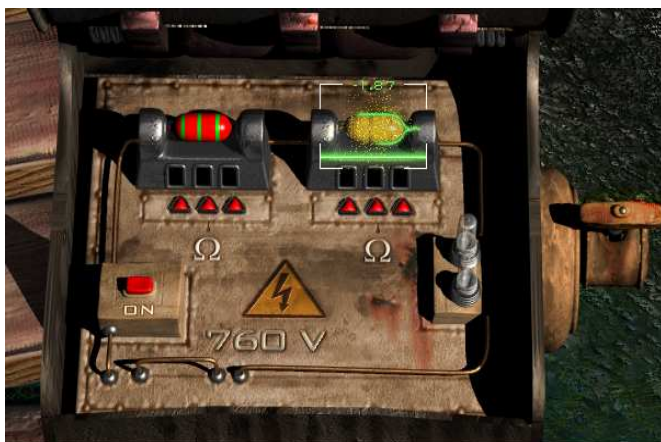
Výukový program (respektive hra) Physikus představuje ambiciózní projekt německých tvůrců, který má za cíl vyučovat fyziku formou plnohodnotné dobrodružné hry. Hráč má za úkol zachránit naši planetu, která se přestala otáčet v důsledku srážky s meteoritem. Cílem je na opuštěném ostrově přeplněném nejrůznějšími bizarními přístroji získat potřebný výkon pro impulzový stroj – jakýsi katapult, který by planetu reakční silou opět rozpohyboval. Během své cesty k transformátorům děla musí hráč vyluštit celou řadu rébusů a šifer za pomoci znalostí z fyziky. Pro tento účel má neustále k dispozici osobní počítač obsahující veškeré potřebné fyzikální znalosti – elektronickou encyklopedii představující výukovou část programu. Je to tak možná poprvé, co se z výukového programu podařilo vytvořit opravdu zábavnou a pro děti atraktivní hru (viz obr. 5.2.4.1.1.).



Obr. 5.2.4.1.1: Dobrodružná výuková hra Physikus

Požadavek na tvořivost žáka

Celá hra je tvořena neustálým řešením nejrozmanitějších úloh a šifer (viz obr. 5.2.4.1.2.). Z tohoto pohledu jsou požadavky na tvořivost žáka maximální a hra by se mohla zdát ideální pro rozvoj kreativních schopností dítěte či studenta. Velikou míru tvořivosti (bohužel možná největší z celé hry) vyžaduje již pouze přijít na smysl cíl dílčího úkolu. Vyhledávání souvislostí mezi jednotlivými úlohami zabírá velmi mnoho času a často vede k bezcílnému „bloumání“, které je částečně znepríjemněno poněkud nemotorným ovládáním pohybu. V tomto místě narážíme na podstatné negativum celého programu. Složitost a občasná beznaděj při postupu hrou bez slůvka nápovědy vede k vyhledávání herních návodů na internetu. Součástí takových návodů jsou ovšem i řešení samotných fyzikálních úloh a hráč tak již není motivován výukovou část hry vůbec použít. Myslíme si, že autoři hry nedbali na jeden z imperativů problémové výuky, tedy na přiměřenou složitost a řešitelnost problému vzhledem k cílové skupině uživatelů – mládeži od 12 let. Částečná nápověda, která v programu chybí, by převedla pozornost k řešení konkrétních fyzikálních úloh a hra by pak lépe plnila svůj primární cíl.



a)



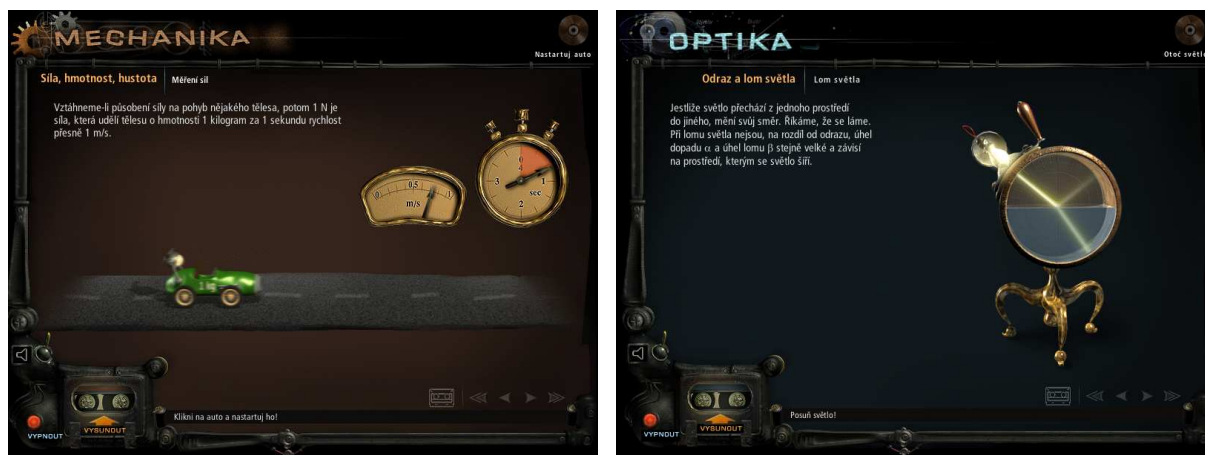
b)

Obr. 5.2.4.1.2: Jedna z úloh ve hře Physikus – hráč má za úkol nastavit přesnou hodnotu elektrického proudu pomocí sériově zapojených rezistorů (a). Odměnou je přivolaný výtah do další úrovně (b).

Zařaditelnost do výuky

Ačkoli by se z předchozích komentářů mohlo zdát, že hra je nevhodná pro zařazení do výuky ve škole, reputaci programu Physikus, coby výukového programu, zachraňuje velice povedená výuková část, kterou lze otevřít samostatně, nezávisle na hře (viz obr.

5.2.4.1.3.). Témata výukové části jsou bohužel omezená pouze pro potřeby hry, a tak některá témata, například hydrostatika, zcela chybí. Kvalita výkladu je vysoká, nechybí interaktivní ovládání povedených animací a zvukový komentář. Interaktivita umožňuje částečné tvořivé začlenění programu do výuky daného učiva.



a)

b)

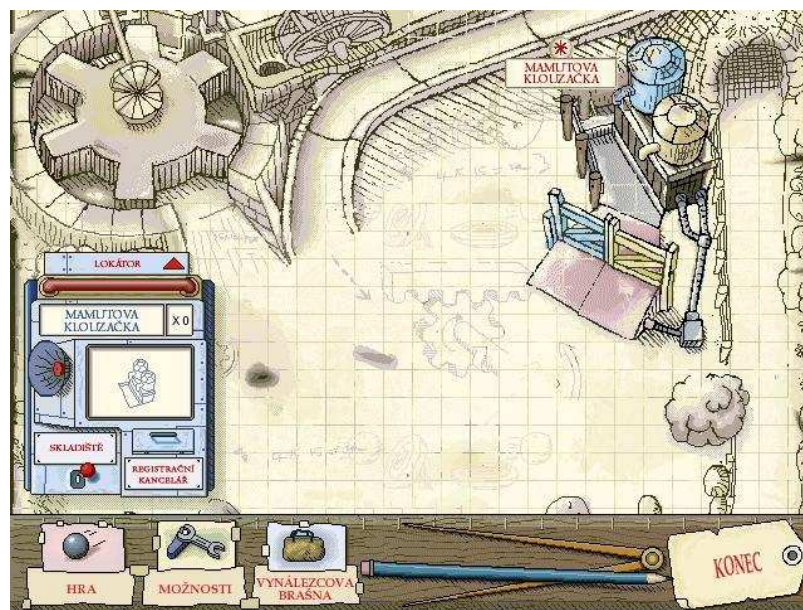
Obr. 5.2.4.1.3: Rovnoměrně zrychlený pohyb (a) a chování světla na rozhraní dvou prostředí (b) ve výukové části programu *Physikus*.

Uživatelské prostředí

Má-li být program schopný konkurovat současným dobrodružným adventurám, je naprosto nezbytná vysoká úroveň grafického provedení. Tohoto si byli autoři hry velmi dobře vědomi a tento předpoklad také velmi dobře splnili - grafika programu je velmi zdařilá a příjemná. Stejně tak ovládání programu je přehledné a intuitivní. Poněkud nezvyklý, ovšem nikoli nepřekonatelný, je pouze pohyb v samotné hře. Ovládání výukové části je velmi dobré.

5.2.4.2. Jak se věci pohybují (BSP Multimedia)

Volné pokračování titulu *Jak věci pracují*. Koncepce programu je ovšem zcela odlišná. Tentokrát děti hrají známou hru *Pinball*. Vylepšují svou hru přidáváním různých zařízení, jejich získání je ovšem podmíněno správným zodpovězením několika otázek s fyzikální tematikou. Otázky jsou koncipovány tak, aby žák musel správnou odpověď najít ve výukové části programu.



Obr. 5.2.4.2.1: Jak se věci pohybují firmy BSP Multimedia – děti vylepšují svou hru a zároveň se učí mechaniku.

Požadavek na tvořivost žáka

Samotné prostředí aplikace je poměrně tvořivé a nutno říci, že ze začátku se i samotné ovládání programu neobejde bez značné míry tvořivosti. Ovšem i postup, kdy žák hledá odpověď na nový problém, vyžaduje jeho kreativní přístup. Protože se ovšem odpovědi na zadané otázky v programu zapisují, je někdy problém formulovat správnou odpověď tak, aby jí program přijal.

Zařaditelnost do výuky

Program je koncipován jako výuková hra, která má žáka seznámit s některými pojmy a motivovat ho ke studiu, a je tak vhodná spíše pro samostatnou práci doma. Probírané učivo není nijak tématicky rozčleněno, což také znesnadňuje zařazení programu ve výuce.

Uživatelské prostředí

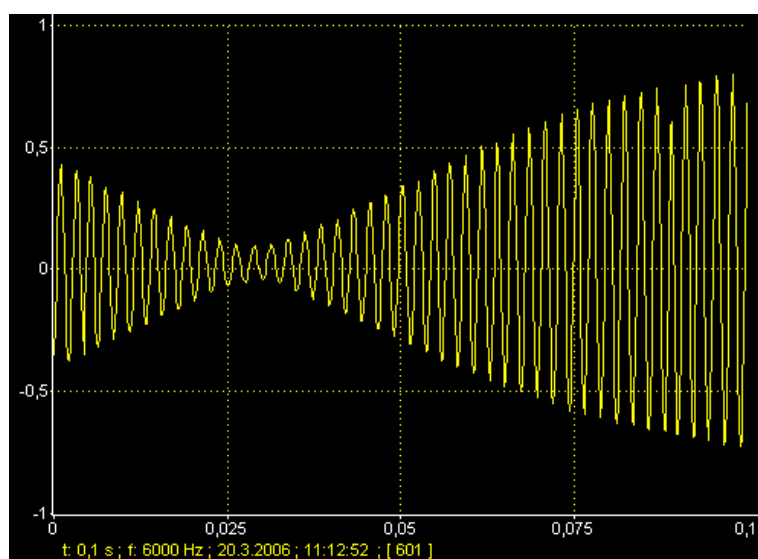
Uživatelské prostředí je, stejně jako v předchozím případě, přívětivé a veselé pro uživatele mladšího věku. Oproti předchozímu dílu ovšem utrpělo ovládání aplikace, které je poměrně málo přehledné.

5.2.5. Komplexní počítačové rozhraní

5.2.5.1. Školní souprava ISES

Do přehledu výukového software jsme zařadili i soupravu ISES, ačkoli se zdaleka nejedná pouze o software, ten je vlastně pouze příslušenstvím soupravy. Souprava ISES představuje z hlediska vyučování unikátní systém, který spojuje reálný experiment se zpracováním naměřených dat pomocí počítače. Školní souprava ISES slouží ke zpracování fyzikálních měření a k automatickému sběru měřených dat při výuce přírodních věd. Signály z jednotlivých měřicích modulů zpracovává v reálném čase obslužný software v počítači. K tomu je souprava připojena pomocí přídatné karty a systému konektorů.

Průběh měření se v grafické podobě zobrazuje na obrazovce počítače. Tento systém umožňuje okamžitě sledovat a demonstrovat průběh měřené veličiny nebo několika veličin najednou.



Obr. 5.2.5.1.1: Školní souprava ISES - studium rázů pomocí modulu mikrofon - výstup

Požadavek na tvořivost žáka

Možnost rozvoje tvořivosti pomocí ISESu závisí čistě na formě, jakou je ISES do výuky zařazen. Pokud bude výuka pomocí ISESu pouze demonstrační, nelze o nějakém rozvoji tvořivosti pochopitelně vůbec mluvit. Je tedy opět pouze na učiteli, podá-li například experiment s ISESem heuristicky, problémově, či dokonce připraví žákům

dlouhodobý projekt. Ve všech případech slouží tato unikátní školní souprava jako užitečný nástroj.

Zařaditelnost do výuky

Zařaditelnost soupravy ISES je dána především tím, k jakému účelu je využita. Použití soupravy při výuce v nižších ročnících základní školy by se dalo považovat za zbytečné, účinnost výuky je podmíněna určitou mírou znalostí, abstraktního myšlení, schopností číst z grafu a určitých technických dovednostech při sestavování měření. Zařazení ISESu do výuky by mohlo být vhodné již ve vyšších ročnících ZŠ (osmý a devátý ročník), především ale na střední a částečně i vysoké škole, či v rámci specializovaných kroužků, kde by mohla sloužit k realizaci dlouhodobých hodnotných projektů.

Uživatelské prostředí

Uživatelské prostředí obslužného software soupravy ISES je účelné, obsluha programu ovšem vyžaduje určité znalosti a poučení.

5.2.6. Závěrečné zhodnocení

Na tomto místě by mělo následovat vyhodnocení, které by z prezentovaných výukových programů vybralo ten nejvhodnější k výuce fyziky na základní škole a který zároveň nejlépe rozvíjí tvořivost žáka pracujícího s programem. U každého výše uvedeného titulu jsme se pokusili zhodnotit základní pozitiva i negativa, zařaditelnost do výuky a požadavek na tvořivost žáka. Obecně ovšem není možné vybrat ten nejvhodnější program pro výuku fyziky, který by vyhovoval ve všech směrech. To nakonec není ani cílem těchto výukových programů. Ačkoli jsou některé programy povedené více a některé méně, platí, že každý z nich může dobře posloužit, použijeme-li jej k jeho původnímu účelu. Výkladový program není například primárně zaměřen na rozvoj tvořivosti, což ovšem neznamená, že není kvalitní.

S ohledem na titul této práce – rozvoj tvořivosti - lze z výše uvedené analýzy výukového software vyvodit přeci jen několik obecných závěrů:

1. Má-li výkladový program přispět k rozvoji tvořivosti žáků, měl by obsahovat maximum interaktivních modelů a simulací umožňujících ovlivňování průběhu simulace a dát tím žákovi možnost experimentovat.

2. Obtížnost úloh by měla být v souladu se zásadami problémové výuky přiměřená, při čemž působí negativně oba extrémy – úlohy příliš jednoduché (příkladem jsou některé úlohy v programu Didakta – 5.2.2.1.) i úlohy příliš složité (problém výukové hry Physik – kapitola 5.2.4.1.).
3. U programů testovacích, či v testovacích částech výkladových programů jsou vhodné úlohy interaktivní a úlohy s neúplným zadáním (příkladem jsou Langmaster – kapitola 5.2.1.1, Didakta), nejvhodnější jsou úlohy typu volba správné odpovědi a, b, nebo c (viz nezajímavé úlohy v edici Fyzika zajímavě – kapitola 5.2.1.3., Zebra pro školy – kapitola – 5.2.1.2.).
4. Programy nejvhodnější pro cílený rozvoj tvořivých schopností jsou programy označené v této práci jako stavebnicové (viz kapitola 5.2.3.), ve kterých má žák možnost experimenty přímo tvořit, a svým problémovým pojetím některé výukové hry (př. Physik). Samostatnou skupinou vhodnou pro komplexní rozvoj tvořivých dovedností a fyzikálního myšlení je pak unikátní systém ISES (viz kapitola 5.2.5.1.).

6. Porovnání rozvoje tvořivosti tradičními prostředky a pomocí počítače

V této kapitole provedeme porovnání dvou přístupů k rozvoji tvořivosti a fyzikálního myšlení při výuce konkrétního vybraného tématu z fyziky na základní škole. V prvním případě jde o výuku pomocí tradičních prostředků popsaných v kapitole 3., v druhém případě jde o využití výpočetní techniky a výukového software při výuce fyziky (viz. kapitola 4. a 5.).

Vybraným tématem, na němž komparaci prostředků provedeme bude hydrostatika v sedmém ročníku základní školy. Součástí komparace je i zhodnocení na základě reálného experimentu se dvěma paralelními třídami sedmého ročníku Fakultní základní školy L. Kuby v Českých Budějovicích, přičemž hlavním kritériem posuzování nebude pouze úroveň ovládnutí daného učiva, ale především úroveň schopnosti řešit složitější úlohy s určitým stupněm požadované tvořivosti.

6.1. Pojetí výuky hydrostatiky na základní škole

V této práci vycházíme z charakteristiky a očekávaných výstupů z učiva tématického celku mechanické vlastnosti tekutin popsané v dokumentech nově zaváděného Rámcového vzdělávacího programu (dále RVP). Důvodem je současná transformace dobíhajícího programu Základní škola na nový vzdělávací systém (RVP) a také fakt, že žáci sledovaných tříd základní školy L. Kuby v Českých Budějovicích jsou již druhým rokem podle tohoto nového programu vyučováni. Pro úplnost ovšem nutno doplnit, že změny, kterými prošlo pojetí výuky fyziky v rámci nového vzdělávacího programu jsou spíše formální, ve velké míře jsou pouze změnou jazyka, kterými jsou cíle výuky, respektive očekávané výstupy a klíčové kompetence, ve vzdělávacích dokumentech popsány.

V dokumentech RVP jsou očekávané výstupy a požadované učivo tématického celku mechanické vlastnosti tekutin shrnuty následovně (viz například [24]):

Očekávané výstupy tématického celku mechanické vlastnosti tekutin:

Žák využívá poznatky o zákonitostech tlaku v klidných tekutinách pro řešení konkrétních praktických problémů, předpoví z analýzy sil působících na těleso v klidné tekutině chování tělesa v ní.

Učivo tématického celku mechanické vlastnosti tekutin:

- **Pascalův zákon** a jeho aplikace na hydraulická zařízení
- **hydrostatický a atmosférický tlak** – souvislost mezi hydrostatickým tlakem, hloubkou a hustotou kapaliny; souvislost atmosférického tlaku s některými procesy v atmosféře
- **Archimédův zákon** – vztlaková síla; potápění, vznášení se a plování těles v klidných tekutinách.

Pro potřeby této práce a z časových důvodů jsme z učiva hydrostatiky, ve které je již na této úrovni zahrnuta část věnující se základním poznatkům z mechaniky plynů, vybrali pouze část věnující se čistě mechanice kapalin, ačkoli podle individuálního pojetí v rámci jednotlivých školních vzdělávacích programů mohou tyto kapitoly do určité míry splývat (například tlak v kapalinách a plynu, či Archimédův zákon pro kapaliny a plyny). Tento výběr je i v souladu s členěním učiva podle školního vzdělávacího programu vybrané základní školy.

6.2. Vybrané tradiční prostředky rozvoje tvořivosti a fyzikálního myšlení při výuce hydrostatiky na základní škole

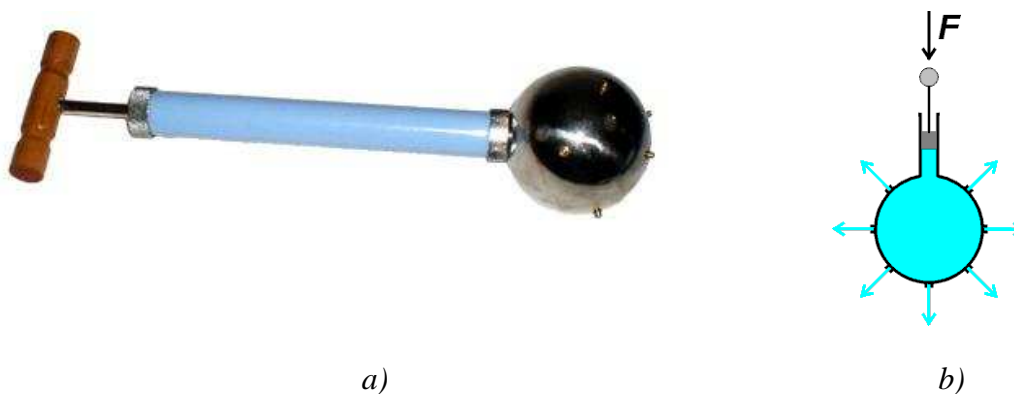
Demonstrační experiment

Dále následuje výběr několika tradičních demonstračních experimentů pro výuku mechaniky kapalin na základní škole. Pro zvýšení účinku je vhodné experimenty doplnit problémovými otázkami a heuristickým rozhovorem, kdy mají žáci možnost přispět k objasnění experimentu vlastním tvůrčím vstupem.

Pascalův zákon a hydraulická zařízení

a) Působení tlaku pomocí baňky s otvory (tzv. ježek) [13, 15]:

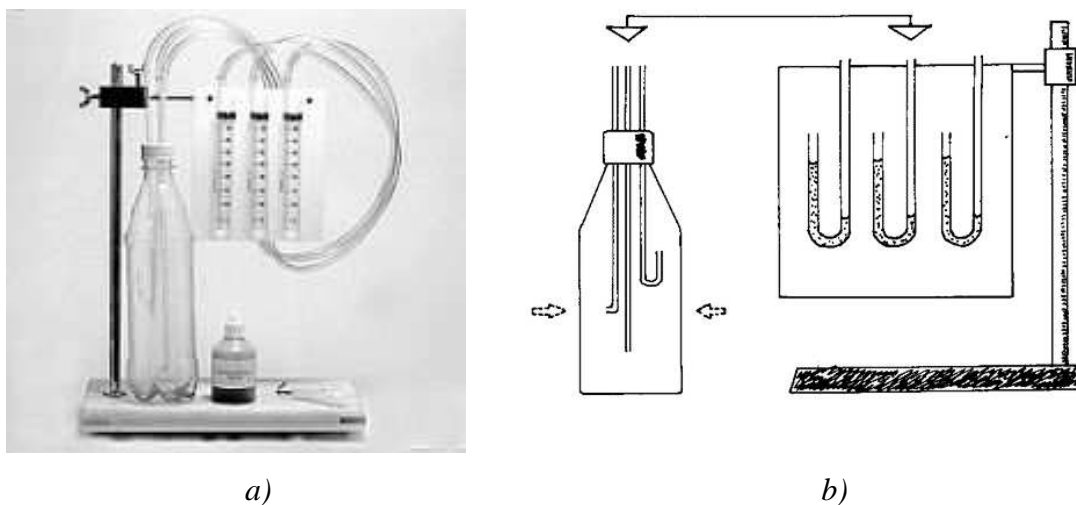
Působení tlaku v kapalině lze demonstrovat pomocí baňky kulového tvaru s otvory na různých místech. Baňka přechází v píst. Baňku s pístem dáme pod vodu a pohybujeme pístem, až vypudíme z pístu a baňky vzduch. Stlačíme-li následně píst, stříká voda všemi otvory se stejnou intenzitou kolmo ke stěnám baňky (viz obr. 6.2.1.).



Obr. 6.2.1: Baňka s pístem k demonstraci Pascalova zákona – „Pascalův ježek“ (a), schématické znázornění funkce (b)

2) Šíření tlaku uvnitř kapaliny [13]:

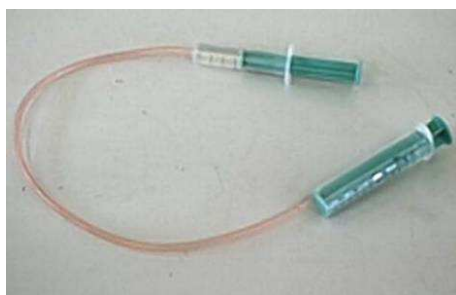
Další tradiční experiment demonstruje opět rovnoměrné šíření tlaku v kapalinách (Pascalův zákon). Uspořádání experimentu je patrné z obrázku 6.2.2. Při zvýšení tlaku v nádobě vystoupá kapalina ve všech trubičkách stejně vysoko, ačkoli ústí každá v jiné hloubce a má různý tvar zakončení. Pro zvýšení názornosti lze opačný konec každé trubice spojit s otevřeným manometrem (viz obr. 6.2.2.).



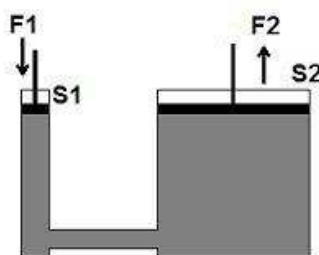
Obr. 6.2.2: Demonstrace Pascalova zákona – sestavený experiment (a), schématické znázornění experimentu (b)

3) Princip hydraulického zvedáku pomocí spojených nádob [10, 13]:

Spojené nádoby tvoří dvě spojené trubice (písty) různých průměrů popřípadě dvě injekční stříkačky různých průměrů spojené hadičkou. Experimentem demonstrujeme závislost tlakové síly na velikosti plochy pístů vyplývající přímo z Pascalova zákona. Sestavení experimentu je patrné z obrázku 6.2.3.



a)



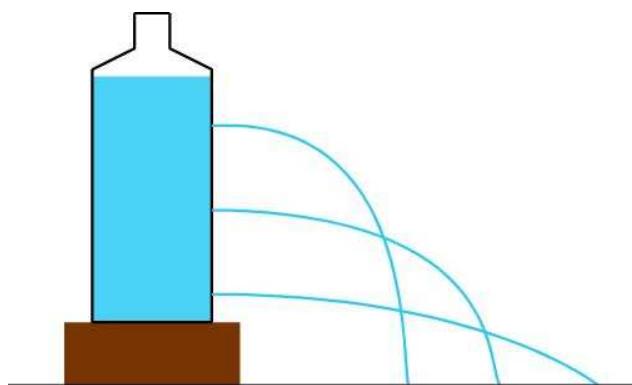
b)

Obr. 6.2.3: Princip hydraulických zařízení - sestavení experimentu s injekčními stříkačkami (a), schématické znázornění (b)

Hydrostatický tlak a tlaková síla

1) Tlak vyvolaný tíhou kapaliny a jeho závislost na hloubce pomocí válce s otvory [10]:

Experiment tvoří válec s otvory v různých výškách nade dnem válce. Po nalití vody do válce mohou žáci sledovat výtokovou rychlost kapaliny z jednotlivých otvorů a usuzovat tak kvalitativně na velikost tlaku v závislosti na výšce vodního sloupce (hloubce). Sestavení experimentu je patrné ze schématického znázornění (viz obr. 6.2.4.)

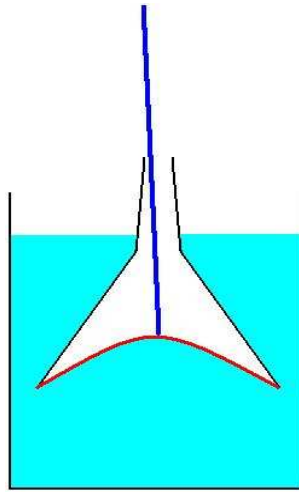


Obr. 6.2.4: Schématické znázornění experimentu k demonstraci hydrostatického tlaku

2) Závislost tlaku v kapalině na hloubce [15]:

K realizaci experimentu lze využít improvizované zařízení patrné ze schématu (viz obr. 6.2.5.). Experiment je tvořen obráceným trychtýřem, jehož širší otvor je uzavřen pružnou blánou (např. z nafukovacího balónku). Do úzkého otvoru trychtýře je volně vložena obarvená lehká tyčka z plastu či dřeva (pro lepší provedení experimentu

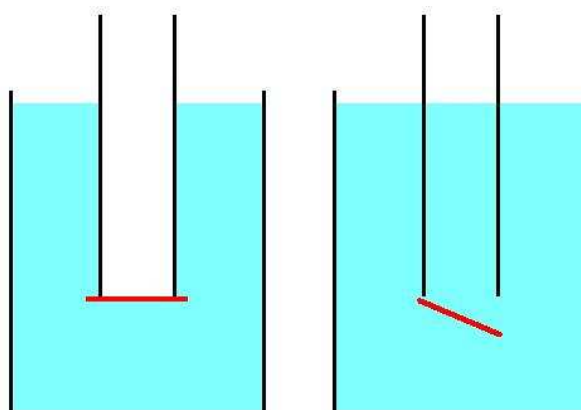
přilepená spodním koncem k bláně). Po ponoření širšího konce do nádoby s kapalinou se v důsledku deformace blány působícím tlakem tato tyčka vysouvá, a to tím výše, čím je trychtýř ponořen hlouběji v kapalině.



Obr. 6.2.5: Schématické znázornění experimentu k demonstraci závislosti tlaku na hloubce

3) Demonstrace hydrostatické tlakové síly a její závislosti na hloubce [10, 13]:

Jednoduchý experiment sestává ze skleněné trubice a destičky například z pevné plastové folie či ze skla, kterou lze zakrýt otvor trubice. Po ponoření zakrytého konce trubice do kapaliny destička neodpadne, je přitlačována tlakovou silou. Odpadne ve chvíli, kdy začneme nalévat do trubice kapalinu a ta dosáhne hladiny kapaliny v nádobě – dojde k vyrovnání tlakových sil působících na horní a dolní stranu destičky. Sestavení experimentu je naznačeno na obrázku 6.2.6.



Obr. 6.2.6. Schématické znázornění experimentu k demonstraci závislosti tlakové síly na hloubce.

4) Demonstrace rovnováhy kapaliny ve spojených nádobách [10]:

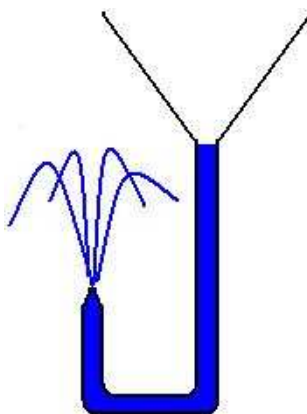
K provedení tohoto experimentu jsou využívány standardně dodávané spojené nádoby různých tvarů, které jsou ve většině fyzikálních kabinetů k dispozici (viz obr. 6.2.7.).



Obr. 6.2.7: Spojené nádoby

5) Princip vodotrysku

Demonstraci funkce vodotrysku lze provést například pomocí trychtýře s hadičkou upevněnou na užším konci trychtýře. Druhý konec hadičky je zúžený tak, aby tvořil trysku. Schéma je zobrazeno na obrázku (viz obr. 6.2.8.).



Obr. 6.2.8: K experimentu „princip vodotrysku“

Archimédův zákon, plavání těles

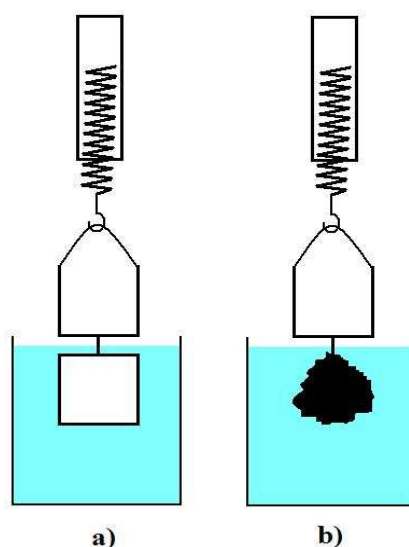
1) Ověření Archimédova zákona pomocí dutého a plného válečku stejných objemů [13]:

Známý experiment se školní soupravou pro ověření rovnosti mezi vztlakovou silou a tíhou vytlačené kapaliny. Válečky jsou pod sebou zavěšeny na siloměru, přičemž spodní, plný váleček se ponoří celý do kapaliny. Vztlaková síla v první fázi sníží sílu

působící na siloměr. Následně je přesně vykompenzována tíhou kapaliny nalité do horního válečku (sestava viz obr. 6.2.9a).

Ze zkušenosti nutno dodat, že experiment není dětmi přijímán příliš kladně, pro žáka sedmého ročníku je myšlenkový postup použitý při tomto experimentu poněkud složitý a zařazení takového experimentu se stává samoučelné.

Při pochopení experimentu je zajímavou obměnou výměna plného válečku za těleso libovolného tvaru a objemu menšího, než je objem dutého válečku. Pomocí kompenzování vztlakové síly lze z objemu dolévané kapaliny určit objem tělesa (viz obr. 6.2.9b).



Obr. 6.2.9: K demonstraci velikosti vztlakové síly (a), ke „kompenzačnímu“ určení objemu tělesa (b).

2) Plavání těles – improvizovaný karteziánek [13]:

Následující pokus je dobře využitelný k problémové či heuristické výuce plavání těles. Experiment lze provést v několika obměnách. Na přípravu nejjednodušším a zároveň pro žáky dostatečně transparentním řešením tohoto experimentu je zkumavka částečně naplněná vodou ponořená v odměrném válci tak, aby uvnitř zkumavky zůstala vzduchová bublina. Při zvýšení tlaku na hladinu vody ve válci rukou se vzduchová bublina zmenší a zkumavka začne vlivem zmenšené vztlakové síly klesat ke dnu. Pro snazší „vyladění“ experimentu lze místo zkumavky použít kapátko. Místo odměrného válce lze použít PET láhev (tato obměna viz obr. 6.2.10.). Na tento experiment může navázat obdobný experiment, kdy místo zkumavky potopíme do vody hlavičku od sirky. Ta se ve vodě obalí vzduchovými bublinkami a další postup je již stejný. Tato druhá

obměna je pro žáky atraktivnější, leč pro potřeby výuky poněkud méně přehledná než předchozí varianta, žáci bublinky vzduchu nemusí vidět.



Obr. 6.2.10: Improvizovaný karteziánek z kapátka v plastové lahvi

Vybrané frontální a žákovské pokusy, samostatné práce a laboratorní práce při výuce hydrostatiky na základní škole

Výše popsané experimenty slouží pro svou relativní náročnost (a to především materiální) většinou při výuce jako učitelem předváděné demonstrační experimenty. Má-li mít výuka přínos k rozvoji tvořivosti a fyzikálního myšlení žáka, je nezbytné takový experiment podpořit problémovými otázkami či heuristickým rozhovorem.

Při dostatečném materiálním a časovém zabezpečení (například v menších skupinkách žáků v rámci specializovaných kroužků, ...) lze ovšem všechny tyto experimenty s úspěchem zařadit i jako experimenty frontální či žákovské v rámci samostatné práce. Některé z nich může žák sestavit i sám doma. Výhodou takového postupu je pochopitelně přímý kontakt a manipulace s pomůckami vyžadující míru tvořivosti a zručnosti již na úrovni sestavování experimentu.

Vybrané učivo – mechanika kapalin – naneštěstí nepatří mezi učiva, která by typicky překypovala náměty na podobné činnosti. Důvodem je výše zmíněná materiální náročnost. Problémem je vybavenost fyzikálních kabinetů, kde jsou některé potřebné pomůcky dodávány standardně pouze v jednom či několika málo kusech. Viz například sada válečků popsaná v demonstračním experimentu výše (viz obr. 6.2.9). Řešením tohoto problému, které jsme také uplatnili v našem experimentu je tzv. „kolečko“, kdy se skupinky žáků střídají na několika stanovištích. V takovém případě lze pro samostatnou práci žáků použít prakticky jakýkoli dříve popsaný experiment.

Nevýhodou je velká organizační náročnost a požadavky na přípravu na takové vyučování.

Následuje výběr námětů pro činnost ve výuce jednotlivých částí zvoleného tématického celku, která je typicky činností čistě žákovou –žákovské pokusy, samostatná a laboratorní práce, které jsme následně také použili v našem experimentu v jedné ze tříd.

1) Měření vztlakové síly

Pomocí siloměru a kádinky s kapalinou žáci určují z rozdílu měřené síly před a po ponoření tělesa do kapaliny vztlakovou.

Žáci mají v ideálním případě k dispozici kapaliny různých hustot (např. voda, líh, olej) a tělesa různých objemů pro určování závislosti vztlakové síly na objemu tělesa a hustotě kapaliny. Je-li práce doplněna měřením objemů připravených těles a tvorbou grafů těchto závislostí, jde na úrovni sedmého ročníku již o poměrně náročnou laboratorní práci. Problémem je mimo jiné výběr vhodného tělesa, u kterého by byla vztlaková síla dobře měřitelná, tedy aby bylo dostatečně rozměrné a přitom mělo vyšší průměrnou hustotu než kapalina, aby neplavalo.

2) Určování objemu z velikosti vztlakové síly

Tato úloha navazuje na předchozí, žáci určují velikost vztlakové síly působící na těleso neznámého objemu, potopené zcela v kapalině (podmínkou je vyšší hustota tělesa, než je hustota kapaliny) a následuje výpočet objemu tohoto tělesa ze změřené vztlakové síly.

U této úlohy je cennější cesta, jakou žáci dospějí k požadovanému postupu než samotné měření, a to obzvláště v případě, kdy už mají žáci za sebou úlohu předchozí. Jinými slovy, učitel by měl žáky dovést (například prostřednictvím heuristického rozhovoru) k tomu, aby sami navrhli vhodný postup a upozornili na možná úskalí tohoto měření (například omezení hustoty tělesa, respektive hustoty použité kapaliny).

Při vhodné organizaci (například v rámci výše zmíněného kolečka) lze vyzkoušet ještě jakousi „kompenzační metodu“ měření objemu pomocí několikrát zmíněné sady válečků, kdy objem kapaliny dolitý do vyrovnání vztlakové síly do horního válečku odpovídá objemu měřeného tělesa zavěšeného místo spodního válečku (viz obr. 6.2.9.b). Úloha je opět cenná, mají-li žáci možnost sami navrhnout tento postup.

Vzhledem k časovému omezení při výuce na základní škole jsme nemohli zařadit více komplexnějších činností a laboratorních prací. Poslední samostatnou žákovskou činností na závěr učiva vlastností kapalin bylo právě popsané kolečko, kdy měli žáci k dispozici několik stanovišť s úlohami sestavenými z experimentů a měření popsaných v předchozích odstavcích.

Součástí zmiňovaných prostředků pro rozvoj vyšších výukových cílů, jako je právě tvořivost a fyzikální myšlení, nebyly pochopitelně použity pouze tyto výše popsané experimenty a činnosti, ale i další tradiční prostředky popsané v kapitole 3, tedy například problémové otázky a tvořivé fyzikální úlohy po zvládnutí základních úloh hydrostatiky, a dále vhodně zpracované pracovní listy.

6.3. Počítačem podporovaná výuka hydrostatiky na základní škole, možnost využití PC při výuce a samostatné práci žáků

Záměrem této podkapitoly je nalézt vhodný protiklad k výše zmíněným prostředkům rozvoje kreativity žáků při výuce hydrostatiky na základní škole za použití výpočetní techniky. V dalších kapitolách se pak pokusíme oba postupy porovnat.

Výběr v této podkapitole je v souladu se záměrem této práce a této kapitoly omezen na prostředky použité v následujícím experimentu s žáky základní školy v Rožnově, nepředstavuje tedy ani zdaleka vyčerpávající přehled možností, které výpočetní technika, internet a výukové programy k učivu vybraného učiva nabízejí.

Na tomto místě je vhodné upozornit na fakt, že záměrem této práce nemá být kompletní nahrazení klasické výuky výukou pomocí výpočetní techniky, ale pouze nahrazení či spíše nárys určité alternativy některých prvků této výuky, konkrétně klasických prostředků sloužících k rozvoji tvořivosti a fyzikálního myšlení žáků. Na úrovni výkladu látky a rozvoji základních dovedností a znalostí se nebude postup v obou sledovaných třídách zásadně lišit. To by bylo částečně nezodpovědné vůči vyučovaným žákům a konečně i mimo rámec této práce (blíže k průběhu experimentu v kapitole 6.4.).

Následuje výčet prostředků počítačem podporované výuky použitých v experimentu:

Prezentační výuka

Moderním prostředkem pro zvýšení názornosti výkladu látky je výuka podpořená počítačovou prezentací (viz obr. 6.3.1.). Ve stádiu výkladu nové látky nepředpokládáme zvláštní důraz na cílený rozvoj tvořivosti žáků. V následujícím experimentu jsme tedy


od tohoto druhu podpory neupustili u žádné z testovaných tříd. U třídy vybrané pro práci s tradičními výukovými prostředky jsme ovšem použití elektronických prezentací oproti druhé třídě omezili.

Příklad

Ponorka je ponořena 15 metrů pod vodou. Jaká tlaková síla působí na poklop, který má plochu 1 m²?

$h = 15 \text{ m}$	vypišeme veličiny	■
$S = 1 \text{ m}^2$	vypočítáme sílu	■
$\rho = 1000 \text{ kg/m}^3$	odpověď	■
$g = 10 \text{ N/kg}$	srovnání	■
$F_h = ? \text{ N}$		
$F_h = h \cdot \rho \cdot g \cdot S$		
$F_h = 15 \text{ m} \cdot 1000 \text{ kg/m}^3 \cdot 10 \text{ N/kg} \cdot 1 \text{ m}^2$		
$F_h = 150\,000 \text{ N} = 150 \text{ kN}$		

Na poklop ponorky působí síla 150 kN.



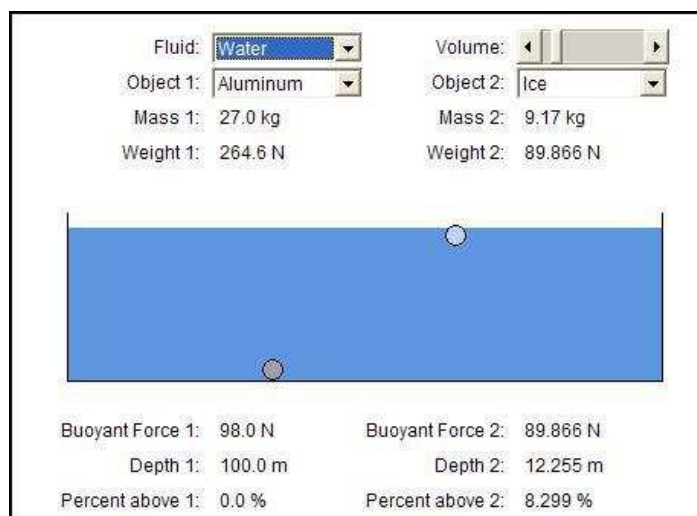
Obr. 6.3.1.: Prezentační výuka zvyšuje názornost výkladu, nemusí být ovšem omezena pouze na výklad (viz příklad na obrázku) [21].

Demonstrační experiment

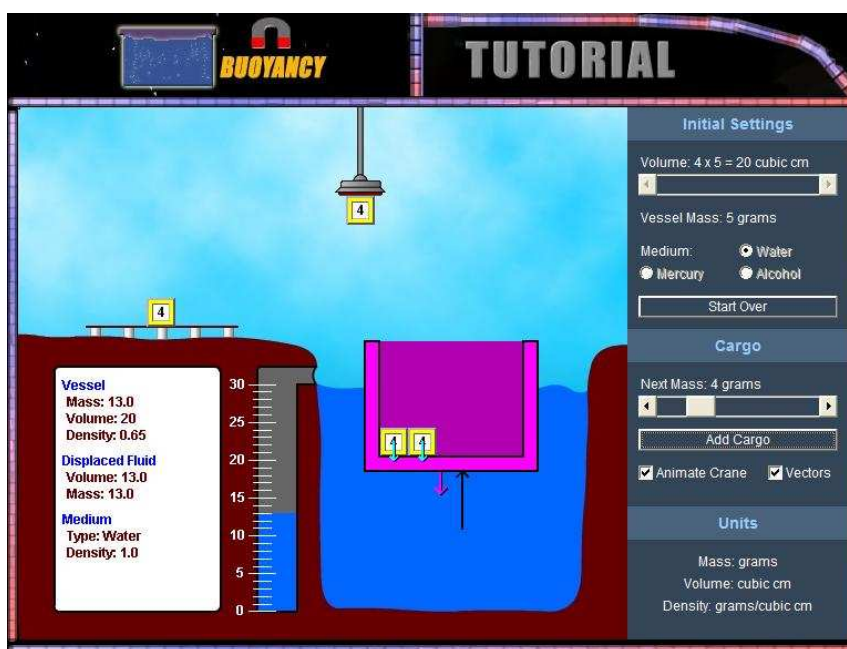
Klady a zápory nahrazování reálných experimentů počítačovými modely a simulacemi jsou popsány v kapitole 3. – Rozvoj tvořivosti při výuce fyziky. Ani my si zde nedovolíme obejít pravidlo o nadřazenosti reálného experimentu, je-li tento k dispozici, naopak se ještě snažíme zvýšit jeho účinek vhodnou počítačovou podporou. Prezentace reálných demonstračních experimentů je ovšem omezena vybavením fyzikálních kabinetů, na rozdíl od fyzikálních modelů, které jsou velmi snadno k získání v prakticky nevyčerpatelné nabídce internetu a výukových programů. Počítačový model navíc žákovi zpřístupní i problémy, které jsou jen velmi těžko prezentovatelné v podobě reálného experimentu, je-li to vůbec možné.

Ke každému výše uvedenému demonstračnímu experimentu lze nalézt na internetu či v některém výukovém programu obdobu, kterou je následovně možné reálný experiment doplnit pro vyšší názornost. Na následujících obrázcích jsou ukázky některých použitých appletů se stručným popisem (viz obr. 6.3.2., 6.3.3). Většina appletů dostupných na internetu jsou v anglickém jazyce, to se v praxi při pečlivém vedení učitelem ovšem ukázalo jako zanedbatelný problém, děti cizí jazyk nijak zvlášť

neruší. Bohatým zdrojem českých simulací a appletů jsou některé výukové programy představené v kapitole 5. – Software pro výuku fyziky.



Obr. 6.3.2.: Demonstrace vztlakové síly a plavání těles. Žák či učitel mění materiál obou těles, druh tekutiny včetně plynů a objem těles [25].



Obr. 6.3.3.: Velice pěkný applet k demonstraci plavání těles v závislosti na poměru tíhové a vztlakové síly [26].

Výhodou počítačových modelů je jejich interaktivita, která často umožňuje změnu mnoha parametrů, a pochopitelně neustálá připravenost k použití bez časových ztrát na přípravu obdobného reálného experimentu. Interaktivita těchto modelů nabízí příležitost k dalším samostatným aktivitám žáků, kterým se budeme věnovat v dalším odstavci.

Samostatná práce s PC – možná obdoba laboratorní práce

Pro další práci je již zcela nezbytné přesunout se z fyzikální učebny či laboratoře do učebny počítačové, což dnes již na většině základních škol není problémem.

Pouhá demonstrace některých vysoce interaktivních appletů by znamenala nevyužití potenciálu těchto programů. Jak bylo předestřeno, tato interaktivita přímo nabádá k samostatné práci žáků s programem. Práce se pak stává jakousi atraktivní obdobou laboratorních prací, často velmi náročných pro žáky a učitele.

V našem experimentu jsme se v jedné za tříd omezili zcela na úlohy tohoto typu, v praxi by měly pochopitelně sloužit jako doplněk a zpestření výuky s vědomím priority reálných experimentů a měření, ačkoli některé přednosti těchto virtuálních laboratorních prací jsou zřejmé. Je to jednoduchost přípravy a organizace a dále výše několikrát zmíněná interaktivita, umožňující velmi jednoduše nastavit mnoho parametrů a prověřit zkoumané závislosti z mnoha pohledů. Podle vybavenosti počítačové učebny na dané základní škole mohou žáci pracovat ve dvojicích či dokonce individuálně.

Příklad „virtuální laboratorní práce“ – Měření vztakové síly

Žáci mají za úkol prověřit závislost vztakové síly na objemu tělesa a hustotě kapaliny a vyjádřit tyto závislosti graficky. V reálném provedení by šlo již o velmi náročnou práci, ve své virtuální podobě jde ovšem o záležitost na necelou vyučovací hodinu klidného pracovního tempa. K tomuto měření je použit přehledný program v českém jazyce (viz obr. 6.3.4.), stažený z internetových stránek <http://www.walterfendt.de/>, kde jsou k volnému stažení české verze mnoha matematických a fyzikálních appletů.

Učitel by měl věnovat čas především nastavení vhodných počátečních parametrů. V našem konkrétním případě bylo pro další postup nutno upravit měřící rozsah a hustotu tělesa (viz obr. 6.3.4.). Toto počáteční nastavení provádí žáci po seznámení s prostředím a funkcí programu. Následují další úkoly jejichž cílem je proměřit požadované závislosti a sestavit příslušné grafy.

Učitel by si měl dopředu uvědomit některá úskalí a žáky během jejich práce vést ke správnému postupu (například hustota kapaliny nesmí být pro potřeby správného měření vyšší než hustota tělesa). Za každým dílčím úkolem následuje závěr dané úlohy, kde mají žáci shrnout své poznatky.

Žáci při práci postupují podle připraveného pracovního listu, v němž jsou popsány jednotlivé dílčí úkoly (viz příloha 1). Sada úkolů končí úlohou navazující na učivo nižšího ročníku (plavání těles v závislosti na jejich hustotě) a plní zároveň propedeutickou funkci vzhledem k dalšímu učivu – plavání těles jako důsledek Archimédova zákona. Žáci mají vyzkoušet případ, kdy je hustota tělesa nižší než hustota kapaliny a pozorovaný jev vysvětlit.



Obr. 6.3.4: Opět ke vzlakové síle, tentokrát obdoba klasického experimentu se siloměrem. Velikou předností je kromě dobré interaktivity existence české verze tohoto appletu [27].

Je patrné, že program umožňuje prověřit závislosti, které by se v reálné době experimentu představovaly nemalý problém – například zajistit různou hustotu kapalin.

Tento příklad není jediným námětem pro podobnou práci, další jsou ovšem již pouze obdobou, proto je zde nebudeme popisovat.

6.4. Experiment s žáky ZŠ L.Kuby v Českých Budějovicích

Cílem experimentu je prověřit konkurenceschopnost počítačem podporované výuky fyziky. K výuce vybrané kapitoly fyziky (mechaniky kapalin) ve dvou paralelních třídách jsou použity různé postupy. Jedna třída je vyučována s podporou tradičních prostředků rozvoje tvořivosti podle kapitoly 3. a 6.2. , výuka druhé třídy probíhá formou počítačem podporované výuky, klasické prostředky jsou tedy narazeny prostředky virtuálními, popsanými v kapitole 6.3.

Charakteristika tříd vybraných pro experiment

Pro plánovaný experiment byly vybrány dvě paralelní sedmé třídy Fakultní základní školy L. Kuby v Českých Budějovicích, konkrétně třída 7.A a 7.B, které autor této práce

osobně zná a se kterými ve školním roce 2007/2008 pracuje dvakrát týdně v rámci výuky fyziky.

Pro úplnost tohoto experimentu je potřeba vzít v úvahu celkový charakter, klima a dosavadní výsledky vybraných tříd, které je nutné před konečným vyhodnocením experimentu pečlivě zvážit.

Následující hodnocení tříd je částečně relativní vzhledem k výuce daného předmětu, fyziky a je poplatné například časovému rozvrhu výuky, který je, jak ukážeme, v obou třídách bohužel velmi rozdílný ve prospěch jedné ze tříd.

Třída 7.A

Počet žáků 22 je pro výuku příznivý, ve třídě je oproti dále popsané paralelní třídě poměrně vyšší výskyt negativních jevů v podobě nekázně, počínajících projevů šikany a záškoláctví. Výkonnostně jde ovšem o třídu spíše průměrnou, s malým počtem žáků, kteří by z tohoto průměru výrazněji vyčnívali. Dostí negativní vzhledem k dalšímu průběhu experimentu je časové zařazení výuky sledovaného předmětu, tedy fyziky, do rozvrhu této třídy, která probíhá v pondělí pátou, předposlední, a v pátek šestou, tedy poslední vyučovací hodinu. Toto časové zařazení přirozeně zhoršuje soustředění žáků na výuku a můžeme očekávat negativní dopad tohoto problému na výsledky 7.A.

K posouzení dosavadních studijních výsledků sledované třídy použijeme výsledky z fyziky za poslední pololetí (2007/2008) a výsledky srovnávacích testů, které proběhly v pololetí v rámci schválené autoevaluace školy (viz tabulka 6.3.1.):

Počet prací	Průměr klas. ST	Průměr body ST	Průměr klasifikace
21	2,3	23,3	2,4

Vysvětlivky:

Počet prací ... počet žáků, kteří psali srovnávací test za aktuální pololetí

Průměr klas. ST ... průměrná známka ze srovnávacího testu za toto pololetí

Průměr body ST ... průměrný počet bodů ze srovnávacího testu (z 35 možných)

Průměr klasifikace ... průměrná klasifikace z fyziky za aktuální pololetí

Tab. 6.3.1.: celkový prospěch třídy 7.A ve fyzice v pololetí 2007/2008 a ve srovnávacím testu z fyziky za toto pololetí

Třída 7.B

Třída s 25 žáky je celkově poněkud klidnější a při výuce soustředěnější. Oproti předchozí třídě je zde vyšší počet žáků s nadprůměrnými studijními výsledky, kteří zvyšují celkový průměr třídy. K lepší soustředěnosti žáků při výuce (alespoň v případě

námi sledovaného předmětu) přispívá mnohem šťastnější rozvrh výuky tohoto předmětu, než je tomu v předchozí třídě. V 7.B probíhá výuka fyziky v ranních hodinách, konkrétně v pondělí druhou hodinu a ve středu první hodinu.

Dosavadní výsledky sledované třídy jsou shrnuty, jako v předchozím případě, v tabulce prospěchu za poslední pololetí a výsledků srovnávacího testu z fyziky (viz tabulka 6.3.2.).

Počet prací	Průměr klas. ST	Průměr body ST	Průměr klasifikace
23	2,5	22,3	2,2

Vysvětlivky:

Počet prací ... počet žáků, kteří psali srovnávací test za aktuální pololetí

Průměr klas. ST ... průměrná známka ze srovnávacího testu za toto pololetí

Průměr body ST ... průměrný počet bodů ze srovnávacího testu (z 35 možných)

Průměr klasifikace ... průměrná klasifikace z fyziky za aktuální pololetí

Tab. 6.3.1.: celkový prospěch třídy 7.B ve fyzice v pololetí 2007/2008 a ve srovnávacím testu z fyziky za toto pololetí.

Průběh experimentu

S přihlédnutím k rozvrhu počítačové učeny byla pro počítačem podporovanou výuku vybrána třída 7.B. Jak již bylo zmíněno dříve, při výuce v této testované třídě nejde o nahrazení výuky počítači zcela. Cílem této práce je prověřit možnost nahrazení počítačem podporovanou výukou těch částí tradiční výuky fyziky, které slouží typicky k rozvoji tvořivosti, fyzikálního myšlení a dalších vyšších výukových cílů a kompetencí (např. pracovní, k řešení problémů,...). Při klasické výuce fyziky jde o prostředky popsané v kapitole 3.

Na úrovni výkladu nového učiva jde tedy pouze o výraznější zařazení prezentační výuky a počítačových modelů a simulací tam, kde mohou nabídnout více než obdobný reálný demonstrační experiment. Výukové postupy se v jednotlivých třídách významně rozcházejí až v další fázi výuky, tedy v době, kdy mají žáci již vytvořeny základní poznatky z vybraného učiva a začínají pracovat individuálně v rámci samostatných a laboratorních prací.

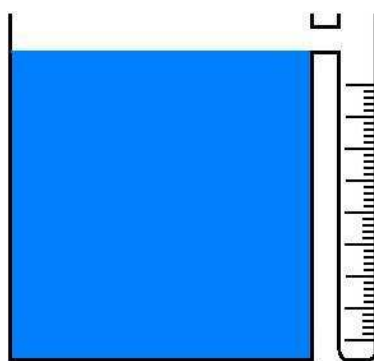
6.5. Vyhodnocení experimentu

K vyhodnocení experimentu jsme sestavili test (viz příloha 2), který má ověřit úroveň dosažených znalostí a schopností řešit úlohy kreativně s využitím poznatků dané oblasti učiva. Test obsahuje jak úlohy, které mají za cíl diagnostikovat základní úroveň

poznatků daného učiva, tak úlohy, které jsou pro žáka nové a které vyžadují více či méně tvořivý přístup k jejich vyřešení. Bodové hodnocení úloh či dílčích podotázek je odvozeno od míry vyžadované tvořivosti a nikoli tak, aby nutně odpovídalo pojetí a rozsahu daného učiva v příslušných vzdělávacích dokumentech, jak by tomu bylo v případě standardního diagnostického testu, kde by byl význam tvořivých úloh spíše potlačen.

Příkladem tvořivé úlohy zařazené ve srovnávacím testu je následující úloha:

Popiš, jak by se pomocí následujícího zařízení (viz obr. 6.5.1.) dal měřit objem tělesa a vztlaková síla na těleso působící bez použití siloměru. Je důležité, jaká kapalina je v nádobě nalitá?



Obr. 6.5.1: K příkladu úlohy ze srovnávacího testu

Výše uvedená úloha sestává ze tří částí, přičemž první – měření objemu - byla obodována méně než část druhá – návrh postupu k určení vztlakové síly – a doplňková třetí otázka, které vyžadovali jednoznačně více tvořivosti.

Pro objektivní posouzení schopnosti tvořivého přístupu k řešení úloh byly úlohy zadané v testu pro žáky obou tříd nové - s úlohami podobného typu se tedy dříve při výuce nesetkali, čímž bylo zamezeno bezvýznamné reprodukci dřívějšího řešení. Žáci byli také seznámeni s faktem, že předložená písemná práce bude použita ke klasifikaci pouze v případě výborného výsledku v části testu obsahující tradiční úlohy, případně zvláště za úspěšnost ve složitějších tvořivých úlohách a podotázkách. Tento fakt se stal vhodnou pozitivní motivací a zároveň měl podstatně zamezit pokusům o opisování, které také nebylo v nijak významné míře zaznamenáno.

Celkový počet bodů dosažitelných v testu je 60, přičemž tvořivé úlohy a podotázky tvoří zhruba 35 – 40 bodů. Toto číslo je pochopitelně velmi relativní a slouží pouze jako informativní, pro představu o tvorbě testu.

Výsledek testu v jednotlivých třídách

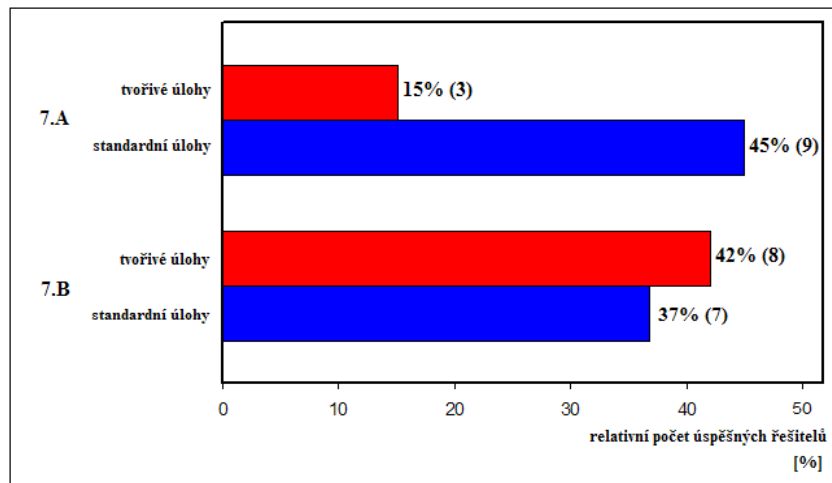
Než přistoupíme z samotnému závěru, všimneme si základních data obou tříd (viz tabulka 6.5.1.):

7. A	
Celkový počet přítomných žáků:	20
Průměrný počet získaných bodů:	23,8
Počet žáků klasifikovaných stupněm 1:	8
7. B	
Celkový počet přítomných žáků:	19
Průměrný počet získaných bodů:	23,9
Počet žáků klasifikovaných stupněm 1:	7

Tab. 6.5.1: Porovnání výsledků obou tříd ve srovnávacím testu. Klasifikováni byli ti žáci, kteří dosáhli výborných výsledků – proto počet žáků klasifikovaných stupněm 1.

Výše uvedená zjištěná data neposkytují bližší informace k výsledku jednotlivých tříd. Jak je z tabulky patrné obě třídy dosáhly velmi podobného průměrného počtu bodů. Mnohem zajímavější je ovšem podrobnější analýza výsledků testu.

Dále se zaměříme na relativní počet žáků, kteří byli úspěšní ve standardních úlohách a těch, kteří byli úspěšní v úlohách tvořivých, přičemž nebudeme blíže zohledňovat, pokud byl žák úspěšný v obou typech úloh či pouze v některém z obou typů. V tomto zorném úhlu se začínají výsledky jednotlivých tříd znatelně rozcházet. Výsledky této analýzy jsme zpracovali graficky. Pro obě třídy je zde uveden relativní počet žáků (v procentech), kteří byli úspěšní (na úrovni výborného až chvalitebného hodnocení – klasifikační stupeň 1 až 2) ve standardních úlohách a počet žáků, kteří byli úspěšní v úlohách tvořivých (viz graf 6.5.1.).



Graf 6.5.1: porovnání relativní úspěšnosti tříd v řešení obou typů úloh. V závorkách je uveden skutečný počet úspěšných řešitelů.

Pohled na tento graf na první pohled zaujme jednoznačný rozchod mezi úspěšností v řešení tvořivých úloh ve prospěch 7.B. Tento rozdíl byl patrný již během vyhodnocování testů.

K doplnění této analýzy ještě několik informací. V 7.B byl mnohem nápadnější rozptyl v průměrném počtu bodů. Zatímco v druhé třídě se prakticky všichni pohybovali v oblasti průměrné hodnoty, kterou je z tabulky 6.5.1. 23,8 bodů. V 7.B se tyto hodnoty pohybovaly od 2,5 až do 44,5, přičemž hodnoty přes 30 bodů nebyly nikterak výjimečné, stejně jako hodnoty pod 20 bodů a dokonce pod 10 bodů.

Závěr vyhodnocení

Výše uvedená data spolu s celkovým charakterem pozorovaných tříd a vyučovacích hodin můžeme shrnout do následujícího závěru:

Třída 7.B – tedy **třída vzdělávaná s podporou výpočetní techniky** pro rozvoj tvořivosti dosáhla při řešení tradičních úloh, jejichž cílem je ověřit základní úroveň osvojení si učiva, prakticky stejných hodnot jako třída paralelní (tento výsledek byl ve skutečnosti asi o 8 % nižší, při celkovém počtu 19 žáků je to ovšem rozdíl zanedbatelný). To je pozitivní a nutno dodat, že očekávaný výsledek. Vyšší rozptyl bodového hodnocení dobře koresponduje s charakterem třídy popsaným v kapitole 6.4., kde jsme na rozdílnou výkonnost žáků této třídy s předstihem upozorňovali.

Velmi zajímavý výsledek poskytlo srovnání výkonnosti při řešení tvořivých úloh, kde **tato třída dopadla výrazně (téměř o 30 %) lépe! Tento výsledek by mohl**

nasvědčovat faktu, že zařazení výpočetní techniky do výuky může skutečně výrazně zvýšit účinnost rozvoje tvořivých schopností žáků.

Domníváme se, že přínos výpočetní techniky pro výuku spočívá především ve vyšší motivaci žáků k práci, v lepší zpětné vazbě poskytovaná žákovi i učiteli a v jednoznačně lepší organizaci jakékoli individuální činnosti žáků oproti reálným experimentům a laboratorním úlohám.

Výsledek našeho experimentu je ovšem nutné brát se vší opatrností s přihlédnutím k nepatrnému statistickému vzorku, jakým byly pouhé dvě třídy jedné základní školy a jednoho ročníku. Byli bychom rádi, kdyby se výsledek tohoto experimentu stal podnětem pro komplexnější výzkum v dané oblasti.

7. Závěr

Cílem této práce bylo provést analýzu prostředků pro rozvoj tvořivosti při výuce fyziky na základní škole, pokusit se zhodnotit prostředky fyzikálního vzdělávání pro rozvoj tvořivých schopností a nastínit potenciál využití výpočetní techniky v této oblasti výukového procesu. Závěr této práce zůstal výzvou k hlubšímu výzkumu dané problematiky. Motivem k takovému výzkumu by měly být pozitivní výsledky našeho experimentu s žáky základní školy, které ukazují na veliké možnosti fenoménu zvaného počítačem podporovaná výuka. Široká nabídka kvalitního výukového software a bezedný zdroj materiálů, jakým je internet, poskytuje současnému učiteli prostředky skutečně dříve nevídané, skrývající ohromný potenciál pro využití ve výuce, ve které jde dnes již o vyšší kvality než je pouhé bezcenné memorování množství nepoužitelných informací.

Na tomto místě však musíme opět připomenout důležitý fakt platný obecně pro každý vyučovací předmět (ačkoli právě pro fyziku nabývá zvláštního významu). Fakt, že **reálný svět musí mít vždy přednost před virtuální počítačovou realitou**, která nemůže skutečný svět zastoupit. Využití výpočetní techniky při výuce fyziky neznamena v žádném případě nahrazováním stávajících osvědčených prostředků, počítač a výukový software může být v tomto procesu „pouze“ velmi efektivní podporou.

Seznam použité literatury:

- [1] CSIKSZENTMIHALYI, M.: *Creativity : Flow and the Psychology of Discovery and Invention*. (New York, Harper Perennial 1996)
- [2] DACEY, J. S., LENNON, K. H.: *Kreativita* (Praha, Grada 2000)
- [3] DOSTÁL, J.: *Počítač ve vzdělávání* (Olomouc, Votobia 2007)
- [4] FISHER, R.: *Učíme děti myslet a učit se* (Praha, Portál 2004)
- [5] FUKA, J. a kol.: *Pokusy z fyziky na ZŠ* (SPN, Praha 1985)
- [6] HLAVATÝ, J.: *Didaktická technika pro učitele* (Praha, VSCHT 2002)
- [7] ISAKSEN, S.G., DORVAL, K.B., TREFFINGER, D. J.: *Creative approaches to problem solving* (New York, Buffalo 1993)
- [8] JANÁS, J.: *Kapitoly z didaktiky fyziky* (Brno, MU 1996)
- [9] KAŠPAR E., JANOVIČ, J., BŘEZINA, F.: *Problémové vyučování a problémové úlohy ve fyzice* (Praha, SPN 1982)
- [10] KOLÁŘOVÁ, R.: *Fyzika pro sedmý ročník základní školy* (Praha, Prometheus 1998)
- [11] KOLÁŘOVÁ, R. a kol.: *Příručka učitele fyziky na ZŠ s náměty pro tvorbu ŠVP*
- [12] LOKŠOVÁ, I., LOKŠA, J.: *Tvořivé vyučování* (Praha, Grada 2003)
- [13] MAZÁČ, J, HLAVIČKA, A: *Praktikum školních pokusů z fyziky* (Praha, SPN 1965)
- [14] PETTY, G.: *Moderní vyučování* (Praha, Portál 1996)
- [15] RAUNER, K a kol.: *Fyzika, učebnice pro základní školy a víceletá gymnázia* (Plzeň, Fraus 2005)
- [16] SHANK, R.C., CLEARY, C.: *Engines for Education* (Hillsdale, Erlbaum 1995)
- [17] SKALKOVÁ, J.: *Obecná didaktika* (Praha, ISV 1999)
- [18] SLAVÍK, J, NOVÁK, J.: *Počítač jako pomocník učitele* (Praha, Portál 1997)
- [19] *Fenomén e-learningu v současném vzdělávání – sborník příspěvků z konference pořádané dne 18. 3. 2003 v Praze*
- [20] SVOBODA, E., KOLÁŘOVÁ R.: *Didaktika fyziky základní a střední školy, vybrané kapitoly* (Praha, CUNI 2006)
- [21] Materiál poskytnut Mgr. Radovanem Mikešem
- [22] Osobní konzultace s Dr. Bedřichem Veselým

Internet:

- [23] <http://www.msmt.cz/> - Ministerstvo školství
- [24] <http://www.vuppraha.cz/> - Výzkumný ústav pedagogický v Praze
- [25] <http://pdukes.phys.utb.edu/PhysApplets/>
- [26] <http://glencoe.mcgraw-hill.com/>
- [27] <http://www.walter-fendt.de/>

Seznam příloh

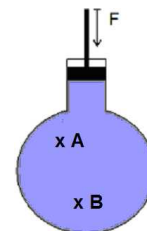
Příloha 1: Pracovní list – Měření vztlakové síly s využitím počítačového programu

Příloha 2: Srovnávací písemná práce – komparace prostředků rozvoje tvořivosti

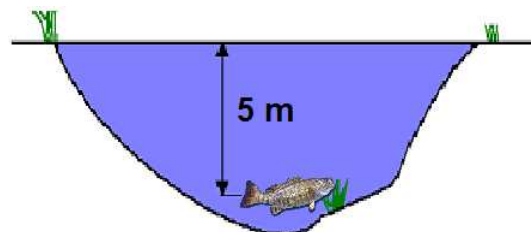
PŘÍLOHA 1 – SROVNÁVACÍ TEST – KOMPARACE PROSTŘEDKŮ PRO ROZVOJ TVOŘIVOSTI

Jméno:	Datum:	Třída
--------	--------	-------

1) Na píst uzavírající kapalinu v nádobě působí směrem dolů síla. V místě A se tak zvýšil tlak o 150 Pa. Jak se změní tlak v místě B?



2) Určete vztakovou působící na rybu na obrázku a velikost tlaku, kterému musí ryba čelit. Hmotnost ryby je 3 kg, její objem je 0,003 m³. Do obrázku zakreslete směr vztakové a tíhové síly působící na rybu.



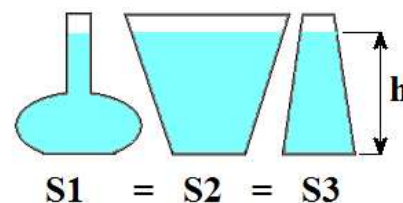
3) Odpověz na otázky k obrázku.

a) Pomocí znamének <, >, = porovnejte velikosti tlakových sil F_1 , F_2 a F_3 působících na dno nádob na obrázku. Všechny tři nádoby jsou naplněny vodou.

b) Změnila by se situace, kdybychom jednu z nádob převezli na měsíc? Jak?

c) Změnila by se situace, kdybychom všechny nádoby převezli na Měsíc? Jak?

d) Změnila by se situace, kdybychom do jedné nádoby nalili místo vody rtuť?



a) F_1 F_2 F_3

b) Odpověď:

c) Odpověď:

d) Odpověď:

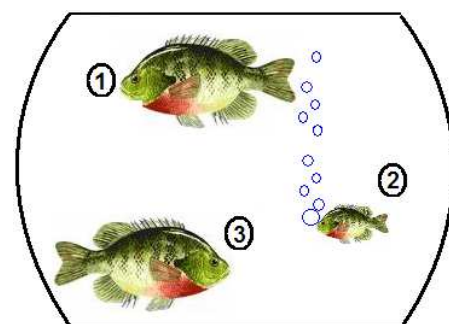
PŘÍLOHA 1 – SROVNÁVACÍ TEST – KOMPARACE PROSTŘEDKŮ PRO ROZVOJ TVOŘIVOSTI

4) Pomocí tabulky hustot rozhodněte, zda bude těleso v kapalině plavat nebo se potopí ke dnu. Doplňte znaménka =, < nebo > pro porovnání velikosti sil působících na těleso.

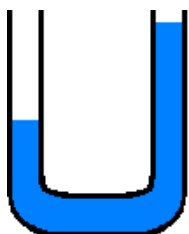
látka	hustota	Doplňte plave, klesá nebo vznáší se	Doplňte =, <, >
celuloid	$1400 \frac{kg}{m^3}$	Celuloidové pravítko v moři ...	F_G F_{vz}
rtuť	$13500 \frac{kg}{m^3}$	Mosazná mince ve rtuti ...	F_G F_{vz}
mosaz	$8500 \frac{kg}{m^3}$	Vosková svíčka v ricínovém oleji ...	F_G F_{vz}
ricínový olej	$950 \frac{kg}{m^3}$		
mořská voda	$1030 \frac{kg}{m^3}$		
vosk	$950 \frac{kg}{m^3}$		

5) V akváriu plavou tři rybky. Seřad' rybky **podle velikosti vztlakové síly**, která na ně působí, **od největší po nejmenší**. Nebo na některé rybky působí stejná vztlaková síla?

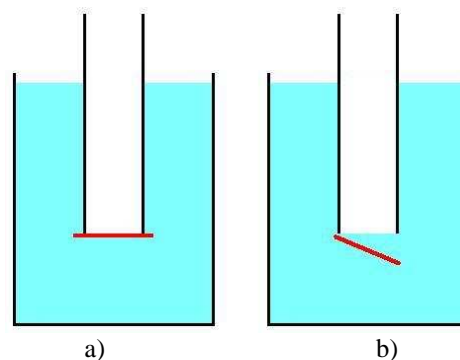
1. rybka č.
2. rybka č.
3. rybka č.



6) Na obrázku je nakreslená skleněná trubice ve tvaru písmene U, v níž je nalitá voda. Podle čeho bys mohl(a) usuzovat, že malíř neměl fyzikální vzdělání? Za jakých okolností by tato situace mohla skutečně nastat?

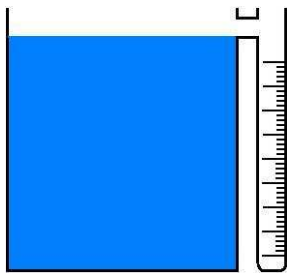


7) Na obrázku je nádoba s vodou, v níž je potopená skleněná trubice uzavřená na ponořeném konci volně přiloženou destičkou z pevného plastu (obrázek a). Proč destička od trubice neodpadne? Dokresli do trubice vpravo hladinu vody tak, aby destička právě odpadla (obrázek b). Za jakých okolností by tebou upravený obrázek neplatil?



PŘÍLOHA 1 – SROVNÁVACÍ TEST – KOMPARACE PROSTŘEDKŮ PRO ROZVOJ TVOŘIVOSTI

8) Popiš, jak by se pomocí následujícího zařízení dal měřit objem tělesa a vztlaková síla na těleso působící bez použití siloměru. Je důležité, jaká kapalina je v nádobě nalitá?



9) Urči, v jaké hloubce se nachází potápěč na obrázku. Potřebné údaje nalezněš na obrázku nebo v některé z předchozích úloh.

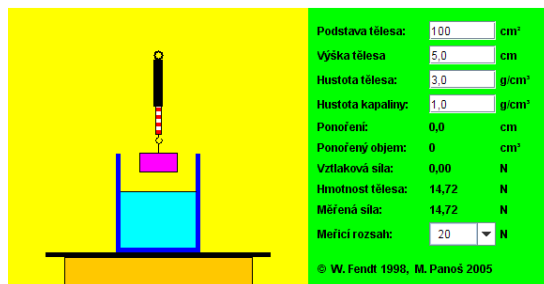


PŘÍLOHA 2 – MĚŘENÍ VZTLAKOVÉ SÍLY – POČÍTAČEM PODPOROVANÁ VÝUKA

Jméno:	Třída:	Datum:
--------	--------	--------

- 1) Prohlédni si připravený applet a vyzkoušej si jeho funkce.
- 2) Nastavte měřicí rozsah na 100 a hustotu tělesa na 5 g/cm^3 .
- 3) Prozkoumejte závislost velikosti vztlakové síly na výšce tělesa a sestrojte graf.

ÚKOL: Změřte vztlakovou sílu pro pět hodnot výšky tělesa od 1 do 10 cm. Doplňte tabulku a sestrojte graf.



výška					
vztlaková síla					

Graf:

Závěr:

PŘÍLOHA 2 – MĚŘENÍ VZTLAKOVÉ SÍLY – POČÍTAČEM PODPOROVANÁ VÝUKA

4) Prozkoumejte závislost velikosti vztlakové síly na hustotě kapaliny a sestrojte graf.

ÚKOL: Změřte vztlakovou sílu pro pět hodnot hustoty kapaliny od 1 do 5 g/cm³.

hustota					
vztlaková síla					

Graf:

Závěr:

Co pozoruješ v okamžiku, kdy je hustota kapaliny vyšší, než hustota tělesa? Vyzkoušej a pozorování vysvětli.