

**Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta**

DIZERTAČNÍ PRÁCE



Mgr. Miroslav Jílek

Výuka fyziky podporovaná prostředky elektronického vzdělávání

Katedra didaktiky fyziky

Školitel: doc. RNDr. Leoš Dvořák, CSc.

Obor: f-12 – Obecné otázky fyziky

Na tomto místě bych rád poděkoval všem, kdo jakýmkoli způsobem přispěli ke vzniku této práce. Můj velký dík patří na prvním místě mému školiteli doc. RNDr. Leoši Dvořákovi, CSc. za jeho cenné rady a kritické připomínky k mé práci i za odborné vedení a podporu, kterou mi věnoval během celého doktorského studia. Za cennou pomoc a odborné vedení chci poděkovat také své původní školitelce RNDr. Pavle Zieleniecové, CSc.

Děkuji také všem kolegům učitelům a studentům, kteří se seznámili s materiály vytvářenými v rámci mé práce a svými připomínkami, postřehy a podněty výrazně přispěli k jejich zkvalitnění.

V neposlední řadě chci velmi poděkovat své manželce Veronice za její nezměrnou trpělivost, podporu a toleranci, se kterou mě provázela během všech mých studií.

Prohlašuji, že jsem svou disertační práci napsal samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce.

V Praze dne 16. 2. 2009

Mgr. Miroslav Jílek

Obsah

Úvod a cíle práce	5
1 Některé modernější vzdělávací strategie využitelné ve výuce fyziky	8
1.1 Kontextový přístup k výuce	8
1.2 Metoda řízeného objevování	11
1.3 Využití ICT	12
2 Hodnocení multimédií	17
2.1 Hodnocení podle MERLOT	17
2.2 Hodnocení podle EUPEN	18
2.3 Existující materiály	20
3 Materiály, vytvořené na podporu fyzikálního vzdělávání	30
3.1 Kroužky fyziky na MFF UK	30
3.1.1 Celková struktura dokumentu	31
3.1.2 Srážky a rotace	32
3.1.3 Projekty	37
3.1.4 Pokusy	40
3.2 O silách nejen na Rapa Nui	41
3.2.1 Struktura materiálu	43
3.2.2 Kapitoly základní úrovně	44
3.2.3 Kapitoly střední úrovně	46
3.2.4 Kapitoly nejvyšší úrovně	48
3.2.5 Ukázky kapitol	49
3.3 Technické řešení materiálů	53
4 Hodnocení vytvořeného materiálu	55
4.1 Hodnocení učitelů	55
4.1.1 Výsledky hodnocení učitelů	55
4.2 Hodnocení žáků a studentů	57
4.2.1 Výsledky hodnocení žáků a studentů	58
4.2.2 Shrnutí hodnocení žáků a studentů	61
5 Zkušenosti s materiály a perspektivy dalšího rozvoje	63
5.1 Materiály o kroužcích	63
5.1.1 Přínos materiálu	64
5.1.2 Možnosti využití a dalšího rozvoje	65
5.2 Materiál O silách nejen na Rapa Nui	66
5.2.1 Přínos materiálu	66
5.2.2 Možnosti dalšího rozvoje	68
Závěr a shrnutí	70
Použitá literatura	73

Přílohy.....	79
A Seznam publikací	80
B Příklad výzkumu aspektů užití ICT.....	82
C Kritéria hodnocení multimediálních materiálů podle MERLOT	83
D Kritéria hodnocení multimediálních materiálů podle EUPEN	86
E Dotazník pro učitele k materiálu O silách nejen na Rapa Nui	88
F Dotazník pro žáky k materiálu O silách nejen na Rapa Nui.....	91
G Hrátky s povrchovým napětím – ukázka publikace	94
H Collisions and rotations – ukázka publikace.....	99
I Webové materiály na podporu výuky fyziky – ukázka publikace	106
J Obsah přiloženého CD	110

Úvod a cíle práce

Naše společnost začátku 21. století úspěšně těží z obrovského pokroku přírodních a technických věd v uplynulých desetiletích. Především v takzvaných vyspělých zemích jsme na každém kroku téměř zavaleni množstvím techniky, která nám má usnadnit a zpříjemnit život, pečovat o naše zdraví nebo zajistit dostatek potravy a energie.

V protikladu k této skutečnosti lze pozorovat relativně malý zájem o studium fyziky, které otevírá brány ke zmiňovaným oblastem lidského poznání a umožňuje tak také jejich zodpovědné užívání. Obecný pokles zájmu o přírodní a technické vědy v posledních letech je dokumentován například v [1]. V České republice tento trend odpovídá nízké oblíbenosti fyziky dokonce už na základních školách, kde je fyzika například podle [2] považována za jeden z nejméně oblíbených předmětů.

Bez ohledu na různé socioekonomické aspekty dnešní společnosti, které se mohou podílet na současné nízké prestiži fyziky, je potřeba zamyslet se nad tím, jak vypadá výuka tohoto náročného oboru. Určitě je třeba ocenit snahu mnoha učitelů, kteří se pokouší motivovat studenty vymyšlením netradičních přístupů k výuce fyziky, smysluplně využívají moderních technologií, různých projektů, experimentů a jiných praktických činností a dokáží vést se studenty účinnou diskusi nad zkoumanými problémy. Za svoji nadstandardní a časově náročnou činnost většinou paradoxně nejsou nijak finančně zvýhodněni.

Možná proto můžeme sledovat velmi často také jiný, mnohem snadnější přístup. Učitel nebo učitelka diktuje žákům podle učebnice přesně uspořádané učivo, které si žáci snaží bez jakéhokoli pochopení co nejrychleji zapsat do sešitů. Případný zařazený pokus slouží žákům často jen jako možnost chvíli si oddechnout, případně vyřídit „nezbytné záležitosti“ se spolužáky. Při prověřování znalostí se pak často hodnotí pouze to, zda umí žáci správně odrecitovat naučené poučky a spočítat známý učebnicový příklad. V takovém případě se lze jen těžko divit dotazům žáků typu: „K čemu že je ta fyzika dobrá?“

Určitě přitom nemůžeme tvrdit, že jsou dnes možnosti realizace učitelů nějak výrazně omezeny. Množství existujících výukových postupů a možnosti využití moderních informačních a komunikačních technologií (ICT) dávají každému vyučujícímu široký prostor pro vytvoření vlastního kvalitního stylu výuky. Důležitou podmínkou pro to, aby více učitelů efektivně využívalo rozmanitých postupů a moderních technologií, je však dostatek vhodných podpůrných materiálů. A právě v tomto ohledu není současná situace výuky fyziky u nás příliš uspokojivá. Všechny učebnice fyziky pro střední školy jsou například zpracovány velmi podobným způsobem, který kopíruje podání desítek let starých předchozích řad učebnic a nereflktuje příliš nové pedagogické směry ani překotný vývoj technologické společnosti. Téměř zcela potom chybí kvalitní metodické materiály pro učitele.

Možnosti, které dnes poskytuje internet, jsou v této oblasti u nás zatím také využity jen omezeně. Přitom právě možnost snadného publikování na síti www (world wide web) poskytuje dříve netušený prostor pro rychlé a levné šíření nejrůznějších dokumentů.

Pro možnosti výuky lze na internetu využít stále větší množství volně dostupných cizojazyčných fyzikálních appletů (krátkých programů, které modelují nějaký fyzikální pokus nebo jev – většinou s možností volby některých parametrů) V češtině se nejčastěji setkáme s webovými stránkami učitelů fyziky, které obsahují popis různých fyzikálních pokusů, soubory fyzikálních úloh, případně popis realizovaných aktivit v rámci výuky fyziky. Odkazy na tyto materiály lze nalézt na

webových stránkách některých škol, mnoho takových odkazů je potom soustředěno a tematicky uspořádáno například na fyzikálním webu [3]. Ucelenější volně přístupné výukové materiály, které by mohly sloužit jak učitelům tak žákům a studentům, v češtině až na několik málo výjimek neexistují a komerčně distribuované programy mají kromě pořizovací ceny také některá omezení a nedostatky. Nutno dodat, že kvalitních výukových programů není mnoho volně dostupných ani v angličtině.

Cíle práce

Ve své práci jsem se zaměřil právě na možnosti tvorby a použití elektronických výukových materiálů k podpoře výuky fyziky.

V teoretické rovině bylo cílem práce stanovit po formální a metodické stránce jednu z možných koncepcí výuky fyziky, která by byla dostatečně efektivní a motivující pro studenty a splňovala v co největší míře výukové cíle rámcových vzdělávacích programů pro základní a střední školy, viz [4], [5]. Současně bylo cílem navrhnout model, jak takovou koncepci prostřednictvím internetu zprostředkovat a nabídnout vyučujícím i studentům.

Konkrétním praktickým cílem potom bylo vytvořit webové výukové materiály z části fyziky, určené pro učitele a žáky základních a středních škol i další zájemce, které by modelově demonstrovaly zvolenou koncepci a sloužily jako alternativní či doplňující zdroj pro studium (výuku) příslušných partií fyziky. Součástí práce bylo také praktické ověření použitelnosti materiálů ve výuce a vyhodnocení reakcí studentů a učitelů, kterým byly materiály nabídnuty.

Zdroje informací a zkušeností pro práci

Základní přehled o současném stavu a aktuálních trendech výuky fyziky ve světě mi zprostředkovala účast na mezinárodních konferencích Physics on Stage (PoS) [6], DIDFYZ [7], Multimedia in Physics Teaching and Learning (MPTL) [8] a GIREP [9], v rámci České republiky se pravidelně účastním například konferencí Veletrh nápadů učitelů fyziky [10], konferencí projektu Heuréka nebo seminářů JČMF ve Vlachovicích.

Inspiraci pro obsah a formu materiálů vytvořených v rámci mé práce jsem získal především na základě mé praxe učitele fyziky na gymnáziu od roku 1999 a vedení kroužků fyziky pro středoškolské studenty na MFF UK v Praze v letech 2001 – 2004, více o kroužcích viz [11]. Cenné zkušenosti pro tvorbu práce mně přinesla také dlouhodobá účast na projektu Heuréka [12], pravidelná Jarní soustředění pro studenty učitelství fyziky a učitele v Malé Hrašticí [13] a spoluorganizování letních táborů – Soustředění mladých fyziků a matematiků [14] (uvedené akce jsou organizovány pod záštitou MFF UK v Praze).

Obsah jednotlivých kapitol

V první kapitole této práce nejdříve stručně rozeberu některé teorie přístupu ke vzdělávání, které bezprostředně souvisí se zaměřením a náplní této práce.

Dále se budu v kapitole 2 věnovat kritériím hodnocení multimediálních výukových materiálů a na příkladech existujících dostupných výukových materiálů se pokusím ukázat jejich charakteristické rysy i oblasti, které je potřeba dále rozvíjet v zájmu efektivnějšího využití možností multimediálního interaktivního dokumentu.

Kapitola 3 potom obsahuje popis a ukázky samotných elektronických materiálů na podporu výuky fyziky vytvořených v rámci této práce.

V kapitole 4 shrnu výsledky hodnocení hlavního vytvořeného materiálu vybranými učiteli a studenty, jež materiál používali v rámci svého studia.

V poslední, páté kapitole potom okomentuji hlavní zkušenosti s používáním vytvořených materiálů, shrnu, v čem spatřuji jejich hlavní přínos, a nastíním možnosti jejich dalšího rozvoje.

Obsah příloh

V příloze A je uveden seznam mých publikací, které bezprostředně souvisejí se zaměřením této práce. Uvedené publikace mapují původní výsledky mé práce, přinášejí konkrétní ukázky vytvořených materiálů a přibližují aktivity realizované v rámci mé práce.

Příloha B obsahuje ukázkou základních charakteristik a hlavní výsledky jednoho rozsáhlejšího výzkumu aspektů užití informačních a komunikačních technologií ve výuce v UK, citované podle uvedené literatury.

Obsahem dalších příloh jsou podrobně rozepsaná kritéria hodnocení dvou významných organizací (MERLOT a EUPEN) zabývajících se systematicky hodnocením multimediálních výukových materiálů.

V přílohách E a F jsou přiloženy dotazníky, prostřednictvím kterých hodnotili učitelé a studenti hlavní výukový materiál vytvořený v rámci této práce, se kterým se měli možnost seznámit.

Dále jsou k práci přiloženy ukázky tří publikací popisujících různé typy vytvořených materiálů a možnosti jejich využití při výuce a nakonec je přiložen stručný obsah CD, které je součástí této práce.

Kapitola 1

Některé modernější vzdělávací strategie využitelné ve výuce fyziky

V současné době existuje veliké množství více či méně úspěšných výukových systémů a trendů v pedagogických vědách od takzvaně klasických po vyloženě experimentální. Z této široké nabídky se podrobněji zmíním pouze o třech přístupech k výuce fyziky, které přímo souvisí se zaměřením této práce. První z nich se obvykle nazývá Kontextová výuka a tvoří obecný systém zaměřený především na motivaci a propojení teorie s praktickými aplikacemi. Druhý přístup, kterým se budu zabývat, je založen na takzvané metodě řízeného objevování, třetí přístup je charakteristický využitím ICT (Information and Communications Technologies) ve výuce.

1.1 Kontextový přístup k výuce

Kontextový přístup k výuce přírodních věd včetně fyziky se postupně zformoval ze snahy mnoha učitelů učinit výukové materiály i výuku samotnou pro studenty přitažlivější a předvést přírodní vědy jako důležitou oblast, která bezprostředně a zásadně souvisí s každodenním životem člověka. J. Bennett v [15] takový vývoj názorně dokládá porovnáním britských učebnic fyziky ze sedmdesátých let dvacátého století s některými učebnicemi o dvacet let mladšími.

Kapitola o silách a pohybu začíná v učebnicích ze sedmdesátých let definicí průměrné rychlosti se zavedením potřebných veličin, následuje popis a rozlišení skalárních a vektorových veličin a dále popis tří pohybových zákonů. Obdobná kapitola v učebnici z devadesátých let dvacátého století začíná úkolem, při kterém mají studenti vytvořit seznam všech dopravních prostředků, které použili v uplynulém roce, s vypsáním výhod a nevýhod u každého. Následně se studenti zabývají otázkou bezpečnosti jednotlivých druhů dopravy a teprve na základě příkladu funkce bezpečnostních pásů v automobilech jsou představeny základní pohybové zákony. Takový přístup má zajistit studentům potřebnou motivaci před samotným zavedením fyzikálních zákonů a použitím matematického aparátu a poukázat na úzkou souvislost mezi každodenním praktickým životem a vědou, která bývá studenty vnímána jako velmi abstraktní, náročná a zbytečná.

Mnoho aspektů popisovaného přístupu k výuce fyziky používají zkušení učitelé ve své výuce bez ohledu na konkrétní znalost pedagogických teorií a výsledků výzkumů, které takový přístup podporují. Vycházejí přitom ze své praxe a zkušeností, jak zaujmout studenty. I „klasickou výuku“ tak například začínají diskusí o aktuálních otázkách, které studenti vnímají prostřednictvím médií nebo běžného mimoškolního života, o problémech, které jsou jim blízké a které mohou souviset s probíranou látkou.

Podobně i různé výukové materiály využívají ve větší, či menší míře odkazů na praktické aplikace a souvislosti předkládaných fyzikálních zákonů s běžným životem. V České republice je asi nejzdařilejším materiálem tohoto typu vysokoškolská učebnice fyziky [16] přeložená v roce 2000 z anglického originálu *Fundamentals of Physics*. Ačkoli se jedná o úvodní kurz vysokoškolské obecné fyziky, svým rozsahem a obtížností se dá do značné míry využít i pro naši středoškolskou výuku fyziky. Každá kapitola učebnice je uváděna zajímavým problémem, který je potom vyřešen na vhodném místě v kapitole po vysvětlení potřebných zákonů a vztahů. „Klasická

struktura“ základního učiva obecné fyziky je dále doplněna celou řadou odkazů na praxi a velkým množstvím zajímavých úloh na procvičení, které také souvisí s reálnými problémy.

Kromě výukových materiálů využívajících některé prvky kontextového přístupu existují i materiály vytvořené přímo na základě této teorie. Opírají se přitom o výsledky výzkumů užitečnosti zvoleného přístupu a o příslušné pedagogické teorie, které se zabývají získáváním znalostí, motivací, strukturou vzdělávacích obsahů a obecně změnami ve vzdělávání. Příkladem takových materiálů je britská učebnice *Salter's Horners Advanced Physics* [17], která byla vyvinuta v rámci projektu *Science: The Salters Approach* na základě výsledků studií o zvýšení zájmu studentů a speciálně dívek o přírodní vědy.

Je potřeba podívat se také na možné nevýhody a úskalí použití kontextové výuky. Kromě nedostatečného množství vhodných výukových materiálů poukazují někteří učitelé na zvýšenou časovou i organizační náročnost takového přístupu, objevují se také obavy, zda je popsán způsob dostatečně „vědecký“ a zda v důsledku toho nesnižuje zájem přírodovědně nadaných studentů o další studium. Vzhledem k těmto obavám i kvůli ověření efektivity kontextového přístupu je třeba provádět průzkumy účinků výuky založené na využití tohoto přístupu. Protože největší množství výukových materiálů z této oblasti bylo zatím vytvářeno pro středoškolskou úroveň, je logické, že nejvíce průzkumů bylo provedeno právě na účastnících středoškolských kurzů. Prováděné výzkumy se zaměřovaly na tři hlavní oblasti:

- rozvoj porozumění studentů klíčovými vědeckými poznatkům (poznávací aspekt)
- ohlas studentů na přírodní vědy a zkušenosti studentů z výuky přírodních věd
- ohlas učitelů na materiály

Hlavní závěry vycházející z různě rozsáhlých výzkumů jsou v [15] shrnuty do následujících bodů:

- Zájem studentů a jejich kladný vztah k výuce přírodních věd obecně vzrostl, jestliže používali materiály založené na kontextovém přístupu nebo se účastnili kurzů využívajících kontextového přístupu.
- Materiály založené na kontextovém přístupu pomáhají studentům vidět a lépe zhodnotit vztahy mezi studovanými přírodními vědami a jejich každodenním životem.
- Studenti, kteří se účastní kurzů využívajících kontextový přístup, se učí poznatky přírodních věd přinejmenším stejně efektivně jako ti, kdo se účastní klasičtějších kurzů.
- Model rozvoje vzdělávacích obsahů, který při tvorbě předpokládá zapojení učitelů, je účinnější než „centrálně připravovaný“ – především z hlediska snadnějšího prosazování změn ve výukové praxi a zmírnění obav a nejasností učitelů, kteří se potkají se změnami.
- Je potřeba dalších výzkumů, které by zhodnotily, jak používání otázek založených na kontextovém přístupu ovlivňuje studentské znalosti v oblasti přírodních věd a porozumění jim.

- Obecně nelze tvrdit, že zvýšený zájem o výuku v hodinách, kde se využívá kontextového přístupu, se automaticky projevuje rozhodnutím studentů pro další studium přírodních věd, přestože existují některé významné lokalizované ukazatele k tomuto závěru.

Konkrétní podoba takových výzkumů, je v [15] ukázána na několika příkladech. Je zde například uvedena struktura jednoho rozsáhlejšího výzkumu z roku 2000, týkajícího se hodnocení kurzu fyziky *Salters Horners Advanced Physics* z pohledu středoškolských studentů, kteří jej navštěvovali:

Cíl průzkumu

Prozkoumat, jak studenti hodnotí konkrétní příklady využití souvislostí ve vyšší úrovni fyzikálního kurzu *Salters Horners Advanced Physics* (SHAP).

Otázka

Jak studenti pohlíží na účinnost konkrétních souvislostí vzhledem ke zvýšení zájmu o učení a podpoření efektivity učení?

Strategie a provedení průzkumu

Průzkum byl prováděn na deseti školách užívajících SHAP. Data byla získána prostřednictvím rozhovoru se skupinou šesti vybraných studentů z každé školy celkem třikrát během dvouletého běhu kurzu. (Tato data byla doplněna daty z dotazníku a rozhovoru o faktorech ovlivňujících výběr předmětu.)

Hlavní závěry

Studenti hodnotí souvislosti velmi pozitivně jak v otázce zvýšení zájmu tak i jako prostředek pomáhající při učení.

Jako nejzajímavější jsou hodnoceny souvislosti, které vysvětlují něco, o čem se chtějí studenti dozvědět více, a které mají vztah ke každodenním zkušenostem, nebo současným technologiím.

Většina studentů vnímala souvislosti jako zajímavé a užitečné propojující mosty k vlastnímu obsahu výuky, ačkoli nezanedbatelná část studentů takové propojení buď vůbec neviděla, nebo považovala využití souvislostí za zbytečné.

Během doby trvání kurzu vzrostl počet studentů, kteří považovali souvislosti za zajímavé a užitečné mosty k obsahu.

Z dosud provedených výzkumů vyplývá, že kontextový přístup k výuce má řadu předností především díky zvýšení zájmu studentů o přírodní vědy a zlepšení vědomí užitečnosti přírodních věd pro běžný život. Z pohledu učitelů vyvstává obecnější otázka vztahu takového způsobu výuky vzhledem k reformám vzdělávacích programů. Považují především za důležité, aby byli přizváni k práci na připravovaných změnách a mohli se aktivně podílet na vývoji potřebných výukových materiálů.

Výzkumy také poukazují na některé problematické oblasti, ve kterých je potřeba dalších podrobnějších průzkumů. Jedná se například o postoj některých studentů, kteří nepovažují zajímavé aktivity připravované v rámci kurzů užívajících kontextový přístup za užitečné, protože nepředstavují skutečnou vědu takovou, jaká je.

1.2 Metoda řízeného objevování

Metodu objevování začali poprvé propagovat pedagogové jako J. Dewey a J. L. Bruner, hlásící se k takzvané kognitivní škole na začátku dvacátého století. Reagovali tak na tehdy převládající způsob mechanického učení, kdy za hlavní obsah vzdělávání byla považována znalost a pochopení mělo přijít později samo. Kognitivisté prosazovali aktivní přístup žáků, kteří sami objevují dané principy a metody na základě již získaných poznatků a zkušeností. Metoda řízeného objevování potom znamená, že učitel do určité míry řídí, usměrňuje a podněcuje činnost žáků.

Metoda řízeného objevování je velmi aktuální i v dnešní době, i když mnoho kritiků (například z řad zastánců názorného výkladu) poukazuje na nebezpečí, že žáci učící se metodou objevování se učí špatná řešení a jsou uváděni ve zmatek. Taková kritika se však vztahuje spíše na nedostatečnou přípravu učitele a chybné provádění této metody než na metodu samotnou.

Hlavní výhody správně vedené metody řízeného objevování jsou, jak uvádí G. Petty v [18], následující:

- Je aktivní, motivující a zábavná.
- Vede k jasnému pochopení látky prostřednictvím dosavadních znalostí a zkušeností.
- Vyžaduje od žáků myšlenkové pochody vyššího řádu: hodnocení, tvůrčí myšlení, řešení problémů, analýzu, syntézu atd. Tradiční metody naproti tomu často od žáků vyžadují pouze dovednosti nižšího řádu – například dávat pozor a chápat.
- Stejně jako v případě jiných „aktivních“, na žákovu činnost soustředěných vyučovacích metod jsou žáci podněcováni, aby vnímali učení jako činnost, kterou konají oni sami, spíše než jako cosi, co na nich provádějí odborníci. Někteří učitelé pokládají tuto vlastnost metody objevování za nejdůležitější.
- Umožňuje žákům, aby se těšili z toho, že sami věci řeší, čímž zvyšuje jejich vnitřní motivaci.

Mezi nevýhody a úskalí popsané metody musíme zahrnout větší časovou i organizační náročnost pro učitele a nutnost dobré přípravy a vedení, bez kterého se mohou žáci cítit zmateni a demotivováni. Pro účelné a efektivní používání metody řízeného objevování je proto potřeba dodržovat určité zásady. V [18] jsou uvedeny a vysvětleny hlavní z nich:

- Žáci musí mít všechny podstatné základní znalosti a dovednosti, které budou pro úspěšné zvládnutí úkolu potřebné
- Žáci musí přesně chápat, co se po nich žádá.
- Velká většina žáků (nejlépe všichni) musí být schopna úkol splnit.
- Práci žáků je nutné pozorně sledovat.
- Zvolit si takové téma, aby nebylo pravděpodobné, že žáci budou znát odpověď předem.

- Dát žákům dostatek času.
- Na konci shrnout vše, co se měli žáci naučit.

Lze shrnout, že dobře vedená metoda řízeného objevování se může stát pro své výhody velmi zajímavou, efektivní a přínosnou alternativou klasičtějších metod – například metody názorného výkladu. Velmi důležitou vlastností vlastního objevování je, že žáci získávají poznatky ve vztahu k jiným poznatkům. Neučí se tak jednotlivá izolovaná fakta, principy a zkušenosti, jako při použití mechanických metod. Díky tomu se žáci naučí získané poznatky snáze aplikovat.

Výuka fyziky poskytuje k aplikaci metody řízeného objevování velké množství příležitostí, i když ji zřejmě nelze beze zbytku použít na všechna témata, například na taková, u nichž je vysoce nepravděpodobné, že by žák mohl sám dospět k požadovanému poznatku. Kromě výše uvedených úskalí této metody, jako je časová a organizační náročnost, je také potřeba vzít v úvahu, že metoda samotná nestačí naplnit všechny výukové potřeby žáků. Po fázi objevení nějakého principu, vztahu atd. by mělo následovat ještě upevnění získaných poznatků, pochopení jejich významu, procvičení jejich praktického využití apod.

Velmi dobré zkušenosti a výsledky s metodou řízeného objevování má v české republice již mnoho let projekt Heuréka [12], tvořený dnes už poměrně početnou skupinou učitelů a přátel fyziky usilujících o výuku fyziky zajímavou a přínosnou formou, která je do značné míry založena na aktivní práci žáků.

1.3 Využití ICT

Informační a komunikační technologie představují v pedagogice mladý pojem, který je reakcí na mohutný rozvoj kybernetiky přibližně od druhé poloviny dvacátého století. Pomineme-li rané využití rozvíjející se počítačové vědy a průmyslu, představují první velký zlom sedmdesátá léta dvacátého století, kdy se objevily první mikropočítače přístupné pro širokou veřejnost, které mohly najít své uplatnění i ve výuce – především jako jednoduché počítací a posléze programovací stroje.

V osmdesátých letech dvacátého století, kdy se začaly vyrábět první počítače typu PC (personal computer), se otevřely nové možnosti využití počítačů především v oblasti zpracování dat. V této době byl také poprvé zaveden v souvislosti s výukou pojem informační technologie (IT – *information technology*), který zahrnuje všechny aspekty zpracování a manipulace s daty s využitím libovolných technologických prostředků včetně využití počítačů přímo při výukových hodinách.

Další podstatný zlom nastal začátkem devadesátých let dvacátého století s celosvětovým rozšířením mezinárodní počítačové sítě Internet a jeho služeb jako WWW (World Wide Web) a e-mail. Do té doby netušené možnosti šíření a přenosu dat se rychle promítly do všech oblastí lidské činnosti, na což se v oblasti vzdělávání zareagovalo zavedením rozšířeného pojmu *information and communications technology* (ICT), který kromě dřívějšího obsahu IT zahrnuje i všechny aspekty související s komunikací mezi uživateli příslušných technologií.

Velké množství možností, které nabízí ICT v souvislosti s výukou přírodních věd je v [15] shrnuto do následujících bodů:

- možnost procvičování problémů

- poskytnutí výukových instrukcí
- možnost využívání integrovaných výukových systémů
- používání simulací
- modelování
- používání databází a tabulkových procesorů
- stahování dat
- řízení a sledování experimentů
- tvorba grafů
- práce s interaktivními multimediálními prostředky (např. CD-ROMy)
- přístup k datům na internetu
- prezentování a sdílení informací

Je třeba doplnit, že uvedené možnosti se mohou ve značné míře prolínat a doplňovat. Zapojení ICT do výuky představuje mnoho možných výhod jak pro žáky, tak pro učitele. Národní rada pro vzdělávací technologie v UK například už v roce 1994 vydala seznam více než dvaceti takových výhod, ze kterých jsou v [15] uvedeny následující:

- činí učení žáků efektivnější
- zvyšuje motivaci žáků
- rozšiřuje u studentů vědomí úspěchu
- poskytuje žákům přístup k bohatším zdrojům dat a informací
- pomáhá žákům stát se samostatnými studenty
- snižuje tlak na žáky poskytnutím vlastního výukového tempa
- rozšiřuje u žáků dovednosti obecné vzdělanosti
- umožňuje učitelům nový pohled na způsob jejich výuky
- osvobozuje učitele od administrativní práce, aby se mohli více zaměřit na učení žáků

Je samozřejmé, že teoretické výhody použití ICT ve výuce je potřeba ověřovat a vyjasnit pomocí výzkumů. Dostatečně kvalitních a rozsáhlých výzkumů zatím není příliš mnoho, protože se jedná o poměrně komplikovanou oblast. Jednak proto, že je třeba setřídít různé menší studie zabývající se jen některými aspekty, jednak proto, že díky velmi rychlému rozvoji počítačových technologií se mnohé studie stávají neaktuálními.

Podle [15] spadají existující výzkumy do třech hlavních oblastí. První oblast představuje studie (většinou menšího rozsahu) zaměřené na některé speciální aplikace jako jsou výukové programy, simulace, stahování dat apod. Druhá oblast zahrnuje výzkumy obecnějších aspektů využití ITC a zaměřuje se jak na žáky a jejich výsledky tak na učitele a jejich roli. Třetí oblast se nakonec týká výzkumů obecných problémů s využitím ICT ve výukových hodinách a ve školách.

Charakteristika a hlavní výsledky jednoho konkrétního příkladu rozsáhlejšího průzkumu spadajícího do druhé z výše jmenovaných oblastí (obecné aspekty užití ICT), který provedla v roce 2001 British Educational Communications and Technology Agency, jsou uvedeny v příloze B.

Hlavní závěry z prováděných výzkumů jsou shrnuty do následujících bodů:

- Je evidentní, že využití ICT v hodinách motivuje žáky k větší aktivitě při výuce přírodních věd. Žáci speciálně objevují, že používání ICT jim může usnadnit jejich učení.
- Ve většině případů se ukazuje, že ICT umožňuje efektivnější učení se vědeckým pojmům a myšlenkám, ačkoli někdy může způsobit i vznik nebo posílení nepochopení.
- Je evidentní, že ICT pomáhá žákům rozvíjet dovednosti v přírodních vědách. Užitím ICT se například rozšiřuje schopnost žáků správně interpretovat grafické informace.
- Je diskutabilní, do jaké míry jsou které ICT dovednosti získané v jednom předmětu přenositelné do jiných předmětů a situací.
- Žáci ze škol s dobrým vybavením prostředky ICT a jejich využíváním učiteli dopadají lépe v celostátních srovnávacích testech než žáci z hůře vybavených škol.
- Velmi důležitou roli k zajištění maximální efektivity ICT v hodinách přírodních věd hrají učitelé působící na žáky prostřednictvím dotazů a řízením jejich pracovních aktivit.
- Existuje mnoho bariér k úspěšnému a efektivnímu využívání ICT v hodinách přírodních věd. Mnoho z nich vzniká v důsledku praktických a organizačních problémů (např. nedostatek času, nedostatečné proškolení a technická podpora), zatímco jiné se týkají pedagogických problémů (např. potřeba plánovat celé výukové hodiny tak, aby je bylo možné praktikovat v určených počítačových učebnách, může vést k tomu, že technologie řídí výuku, místo toho, aby byla prostředkem k jejímu obohacení).

K velmi podobným výsledkům dospívá ve svých závěrech M. Cox v [19], když hodnotí roli ICT ve výuce přírodních věd na základě rozborů mnoha výzkumů prováděných především v 90. letech 20. století. Uvádí například shodně, že využití ICT ve výuce evidentně zvyšuje zájem a motivaci žáků a umožňuje lepší rozvoj mnoha dovedností potřebných pro vědeckou práci. Stejně poukazuje také na důležitou roli učitelů při použití prostředků ICT.

Průzkum obecných problémů s využitím ICT ve výuce se ukázal jako nezbytný již od konce osmdesátých let dvacátého století, kdy se začalo překvapivě ukazovat, že přes zjevné výhody nepostupuje využívání ICT v praxi zdaleka tak rychle, jak se očekávalo. Podle různých průzkumů dokonce vyšlo najevo, že ještě na konci devadesátých let dvacátého století využívá prostředky ICT pouze několik málo procent učitelů. Jako hlavní pozorované důvody problémů s masivnějším využíváním ICT jsou v [15] uváděny:

- pochyby učitelů o přínosu ICT k učení se přírodním vědám

- nedostatek jasně zdůvodněné potřeby zařazení do výuky u mnoha ICT zdrojů
- nedostatek adekvátního školení učitelů v této oblasti
- nedostatek času vyhrazeného učitelům pro přípravu efektivního využití ICT v jejich hodinách
- obtíže při plánování spojené s umístěním počítačů v počítačových učebnách, které bývají často obsazeny pro jiné potřeby
- obavy učitelů z přítomnosti ve třídě s novými a výkonnými zdroji informací
- nedostatek sebedůvěry mnoha učitelů v oblasti užívání hardwaru a softwaru
- krátká životnost počítačů
- nedostatek technické podpory
- nerealistická očekávání ohledně rychlosti a snadného průběhu změn při začleňování této oblasti do výuky

Zmíněné důvody zahrnují jednak praktické problémy technického rázu, které budou pravděpodobně s postupem času díky technologickému rozvoji méně aktuální, jednak problémy účelného didaktického využití ICT prostředků a ochotu učitelů seznámit se důkladněji s těmito technologiemi. Prakticky stejné dva okruhy problémů s využitím ICT ve výuce jsou jmenovány také v [19]. K překonání těchto bariér a účelnému využití prostředků ICT ve výuce přírodních věd je zde jmenováno deset pravidel. Podle nich by měli učitelé především:

- stanovit výukové cíle, které lze rozvíjet s využitím ICT
- vybrat vhodné ICT zdroje k naplnění těchto cílů
- ujistit se, že žáci disponují potřebnými dovednostmi pro práci s prostředky ICT
- časově rozplánovat aktivity tak, aby obsahovaly kromě ICT i ostatní výukové prvky, jako je diskuze, práce ve skupinách apod.
- vyhradit na zvolené aktivity dostatečné množství vyučovacích hodin, aby mohly být úspěšně dokončeny
- rozhodnout o vhodnosti skupinové práce
- představit téma hodiny žákům dříve, než začnou používat ICT
- řídit při používání prostředků ICT práci celé třídy
- poskytnout žákům na konci hodiny dostatek času k reflexi a zhodnocení nabytých znalostí a dovedností
- zadat domácí úkol k procvičení a prověření nového učiva

Využívání prostředků ICT při výuce nejenom přírodních věd je přes dnes již poměrně dlouhý vývoj počítačových technologií teprve ve svých počátcích. Z prováděných výzkumů celkem jasně vyplývá, že výuka podporovaná moderními prostředky informačních a komunikačních technologií má velký potenciál usnadnit a zefektivnit proces učení.

V žádném případě to neznamená, že by měla úlohu učitele převzít nějaká technologie. Z průzkumů obecných problémů využívání ICT naopak vyplývá jasný

závěr, že ICT jsou pouze prostředkem, který je potřeba účelně a smysluplně začlenit do procesu výuky tak, aby mohl být maximálně efektivní. To klade zvýšené nároky na učitele, kteří se musí s danými prostředky a jejich možnostmi důkladně seznámit a pružně reagovat na jejich vývoj.

Pro praxi je zřejmě důležité vyrovnat se s dvěma okruhy problémů. První okruh se týká technických problémů, jako je vybavenost škol počítačovou a audiovizuální technikou, kvalitní dostupnost služeb internetu a zajištění dostatečného přístupu žáků i učitelů k této technice. Přes stále přetrvávající nedostatky v této oblasti se dá očekávat, že situace se bude dále zlepšovat s rozvojem informačních technologií i se stávající ekonomickou podporou využívání prostředků ICT.

Z tohoto pohledu se jeví jako důležitější druhá oblast, která představuje otázky účelného a efektivního didaktického přístupu při využití ICT prostředků. Zde je potřeba klást důraz na další vzdělávání učitelů v této oblasti tak, aby byli na probíhající změny co nejlépe připraveni. Zároveň by bylo potřeba zajistit učitelům dostatek času na přípravu kvalitních hodin a ohodnotit aktivity vedoucí k rozvoji této oblasti, jako je příprava kvalitních výukových a metodických materiálů. Lze shrnout, že využívání prostředků ICT by nemělo být samoúčelné. Samotné užívání ICT v hodinách ještě nestačí k lepšímu učení se a rozvoji dovedností. Zařazení ICT do výuky musí mít jasný význam, který odpovídá plánovaným výstupům výukových hodin.

Již v současnosti je potřeba v souvislosti s ICT uvažovat také o úloze tradičních zdrojů informací, jako jsou učebnice a jejich postavení vzhledem k jiným multimediálním zdrojům.

Kapitola 2

Hodnocení multimédií

Veliké množství multimediálních materiálů, které jsou dnes dostupné na internetu, přirozeně vyžaduje potřebu srovnání a ohodnocení jejich kvality a vhodnosti pro výuku. Hodnotící kritéria je samozřejmě potřeba stanovit i pro komerčně distribuované výukové programy a ostatní multimediální prostředky. Avšak právě materiály volně dostupné na různých webových stránkách, které většinou kromě jejich autora nejsou nikým systematicky kontrolovány, představují zvýšené riziko obsahu faktických chyb i nevhodně volených didaktických metod a prostředků.

Nelehkým úkolem stanovení základních hodnotících kritérií pro webové materiály na podporu výuky fyziky se ve světě zabývá řada institucí. Stručně přiblížím kritéria hodnocení dvou známých a často citovaných organizací MERLOT (The Multimedia Educational Resource for Learning and Online Teaching) a EUPEN (European Physics Educational Network) tak, jak je představili zástupci těchto organizací na mezinárodní konferenci MPTL8 (Multimedia in Physics Teaching and Learning) v Praze v roce 2002 [20]. Obě instituce na základě kritérií popisovaných dále dlouhodobě hodnotí velké množství elektronických výukových materiálů dostupných na internetu a své výsledky, které lze považovat za standardy v této oblasti, prezentují na svých webových stránkách a různých mezinárodních konferencích.

2.1 Hodnocení podle MERLOT

Databáze MERLOT [21] vznikla původně pro vnitřní potřeby California State University a v roce 1997 byla zdokonalena a zpřístupněna veřejnosti. MERLOT lze chápat také jako dnes již rozsáhlou on-line komunitu, sestávající kromě stálých členů z mnoha partnerských institucí, jejímž cílem je sbírat, třídit a hodnotit multimediální výukové materiály z nejrůznějších oborů a podporovat tak výuku těchto oborů.

Profesor Bruce Mason, jeden z vedoucích představitelů MERLOT, vysvětluje ve svém příspěvku [22] způsob zpracování recenze k jednotlivým hodnoceným materiálům. Kromě stručného popisu materiálu, jeho základních vlastností, uvedení silných a slabých stránek a souhrnných komentářů tvoří podstatnou část recenze hodnocení podle tří níže rozvedených kritérií. Každému kritériu je přiřazeno 1–5 hvězdiček podle toho, do jaké míry materiál tato kritéria naplňuje.

Kritéria hodnocení

1. Kvalita obsahu – zkoumá fyzikální obsah materiálu, důležitost a úroveň prezentace materiálu
 - a) Předkládá materiál věcně správné pojmy, modely a výsledky?
 - b) Předkládá materiál důležité fyzikální pojmy nebo modely?
 - c) Pomáhá materiál rozvíjet koncepční porozumění fyzice?
 - d) Používají se v materiálu efektivně obrázky a multimedia?
 - e) Je materiál flexibilní?

2. Snadnost použití pro učitele a studenty – zkoumá navigaci, dokumentaci a úsilí potřebné k používání materiálu ve třídě; je udán typ použití
 - a) Funguje materiál pochopitelným způsobem?
 - b) Je obecný vzhled a rozvržení materiálu konzistentní a intuitivní?
 - c) Poskytuje materiál efektivní zpětnou vazbu?
 - d) Je materiál dokumentován a je v něm obsažen návod k použití?
3. Možná efektivita materiálu jako výukového prostředku – tvoří zdaleka nejobtížnější kritérium. Hodnotitelé se pokoušejí představit si nejlepší použití materiálu (tak, aby co nejvíce podporovalo učení). Způsob, jakým je materiál používán, a místo materiálu v kontextu kurzu jsou jasně stanoveny v hodnocení spolu s komentáři o dalších možných použitích.
 - a) Zlepšuje materiál schopnost učit se (u studentů) a vyučovat (u učitelů)?
 - b) Podporuje nebo používá materiál efektivní strategie učení?
 - c) Může být materiál ihned integrován do fyzikálního kurikula?
 - d) Může být materiál používán různými způsoby?
 - e) Jsou výukové cíle snadno identifikovatelné?

Podrobnější rozvedení jednotlivých hodnotících kritérií je uvedeno v příloze C.

Databáze MERLOT [21] obsahuje odkazy na celkem více než 20 000 elektronických výukových materiálů ze všech vědeckých oblastí roztříděných podle obsahu i formy. Přibližně 2 700 z těchto materiálů je v současné době (10/2008) hodnoceno podle výše uvedených kritérií, mnoho dalších je doplněno stručnějšími komentáři. Nejlepší hodnocené materiály jsou potom oceněny známkou kvality.

2.2 Hodnocení podle EUPEN

Otázkou hodnocení multimédií v rámci organizace EUPEN [23] byla pověřena pracovní skupina WG5, která své závěry a doporučení prezentuje například na konferencích MPTL (Multimedia in Physics Teaching and Learning) nebo GIREP. Způsob hodnocení podle EUPEN je popsán například v [24] a sestává ze čtyř základních kroků. Za prvé je potřeba vytvořit seznam hodnotících kritérií, následuje dohoda hodnotitelů o standardech, v třetí, hlavní fázi probíhá hodnocení podle daných kritérií a standardů a v závěrečné fázi jsou vytvořeny závěry a vydána doporučení.

Vlastní vytvořený seznam hodnotících kritérií, popsany níže, lze rozdělit do tří skupin. Za prvé je hodnocen motivační charakter hodnoceného materiálu a snadnost jeho použití. Druhá skupina kritérií se týká samotného obsahu materiálu – jeho užitečnosti, rozsahu a správnosti. Třetí skupina kritérií nakonec obsahuje (nezávisle na motivaci a obsahu) otázky týkající se možností práce s materiálem a jeho didaktické funkce.

Kritéria hodnocení

1. Motivace
 - a) Příjemnost uživatelského prostředí
 - b) Atraktivita

- c) Jasný popis účelu a pracovního úkolu
2. Obsah
- a) Relevantnost
 - b) Rozsah
 - c) Správnost
3. Metody
- a) Flexibilita
 - b) Přiřazení cílové skupině
 - c) Realizace
 - d) Dokumentace

Podrobnější rozvedení jednotlivých hodnotících kritérií je uvedeno v příloze D.

Podle uvedených kritérií bylo v roce 2002 – 2003 v rámci EUPEN hodnoceno například více než dvě stě multimediálních materiálů dostupných na internetu z oblasti výuky optiky na středoškolské i vysokoškolské úrovni. Výsledky zveřejněné na konferenci MPTL8 v roce 2003 [24] shrnují následující vlastnosti zkoumaných materiálů:

- téměř všechny stránky jsou přístupné a obsahují pracovní materiály
- stránky většinou nejsou přitažlivé a navigace v nich je obtížná
- URL stránek jsou příliš dlouhé a tajemné
- několik stránek obsahuje obtěžující reklamy a pop-up okna
- jen málo stránek dovoluje volnou registraci
- většina stránek je jen souborem materiálů z jiných zdrojů
- často je špatný koncept výběru a přístupu k materiálům
- 80–90% stránek je zaměřeno na standardní témata (např. v optice Youngův pokus s dvojštěrbínou)
- často není využito možností, která multimédia nabízí
- většina materiálů (95%) jsou applety
- materiály jsou často příliš jednoduché a málo poučné
- některé materiály jsou kvalitní, ale nelze je doporučit k samostudiu kvůli chybějícím návodným komentářům
- aplikace zabývající se technickými nebo biologickými jevy by mohly plně využívat potenciál multimédií
- mnohé produkty jsou elegantním řešením pro speciální použití (například pro použití svým tvůrcem nebo proškoleným učitelem), ale nemohou sloužit pro všeobecné použití
- většina multimédií je přinejlepším průměrné kvality
- kdo začíná vytvářet multimediální materiál, měl by se napřed podívat, jestli už něco podobného neexistuje

- zatím byly hodnoceny pouze materiály v anglickém jazyce; uvažuje se i o hodnocení materiálů v dalších jazycích
- všechny stránky byly zkoumány za použití rychlého internetového připojení; při použití modemu se může projevit pomalé načítání
- v některých materiálech jsou obsaženy dobré myšlenky, které by měly být využity v nových produktech

Také v dalších letech probíhalo v rámci EUPEN hodnocení elektronických výukových materiálů z vybraných oblastí fyziky. V [25] jsou například uveřejněny výsledky hodnocení materiálů z mechaniky, [26] shrnuje hodnocení materiálů z termodynamiky a statistické fyziky, [27] obsahuje výsledky hodnocení volně dostupných elektronických materiálů z elektřiny a magnetismu.

V hodnoceních materiálů z různých oblastí lze najít mnohé shodné prvky, korespondující s výše jmenovanými vlastnostmi materiálů z optiky. Zdaleka nejčastěji jsou například materiály tvořeny více, či méně komentovanými applety. Ukazuje se také, že většinou jsou demonstrována velmi podobná, většinou jednoduchá, standardní témata, a že mnoho stránek pouze využívá náměty z jiných zdrojů. Velmi skrovně se vyskytují ucelenější materiály, pokrývající širší oblasti fyziky a jen výjimečně jsou materiály doplněny didaktickými komentáři a doporučeními. Většina materiálů by také podle výsledků hodnocení mohla v mnohem větší míře využívat interaktivních a multimediálních prvků. Postupem času je možné sledovat určité zlepšování kvality stránek, například v oblasti vzhledu a navigace, jen velmi málo existujících materiálů je však možno obecně označit za vynikající.

Porovnáním výše uvedených hodnotících kritérií MERLOT a EUPEN lze zjistit, že přes různá pojmenování jednotlivých kritérií je jejich význam u obou přístupů velmi podobný. V obou případech je téměř shodně sledována správnost a důležitost prezentovaných pojmů, spadající do obsahové stránky materiálů. U obou přístupů je též podrobně sledováno technické řešení materiálů, které ovlivňuje atraktivitu, navigaci v materiálu, množství zařazených interaktivních prvků, úroveň doplňující dokumentace apod. Pozornost je shodně věnována také použitým výukovým metodám, jejich vhodnosti a přiměřenosti. Hodnotící kritéria MERLOT se navíc pokoušejí zmapovat těžko měřitelnou oblast výukového efektu materiálů.

2.3 Existující materiály

Podle doporučení organizací, které se zabývají hodnocením multimédií, je užitečné před tvorbou nových multimediálních materiálů zmapovat, jaké podobné materiály už existují. První analýzu existujících multimediálních výukových materiálů jsem jako součást své práce provedl začátkem roku 2002.

Při analýze jsem se soustředil na výukové materiály z fyziky volně dostupné prostřednictvím internetu. (Za výukové materiály pro účely této rešerše považuji materiály pojednávající souvisleji o určitých tématech fyziky běžně vyučovaných ve školách, tedy ne pouze samostatné modely, návody na pokusy, jednotlivé praktické aplikace, zajímavosti apod.). Pokud tedy nepočítáme webové stránky s více či méně komentovanými interaktivními applety, které modelují nějaký fyzikální děj, pokus, nebo matematickou operaci, podařilo se mi vyhledat v anglickém jazyce pouze přibližně čtyřicet materiálů, které by se daly označit za výukové. V českém jazyce se mi ve jmenované době nepodařilo najít relevantní webový materiál.

Z vyhledaných materiálů jsou v současné době (10/2008) dostupné materiály [28] – [50], 13 z nich se zabývá alespoň částečně mechanikou, která nejbližší odpovídá zaměření mé práce. V osobním hodnocení uvedených materiálů se musím do značné míry ztotožnit s výše uvedenými výsledky hodnotící skupiny v rámci EUPEN. Nejpopvedenější jsou dle mého názoru materiály s astronomickou tematikou vytvořené skupinami odborníků v rámci NASA, viz. např. [39], [45], [46].

Vzhledem k zaměření své práce jsem zvláště sledoval speciální kritéria – modularitu materiálů, zařazení didaktických komentářů a zapojení reálných experimentů. Modulární uspořádání do více úrovní obtížnosti jsem podobně jako zařazení komentářů pro využití ve výuce našel pouze asi u tří z původního množství sledovaných materiálů. Přímé propojení prezentované teorie s reálnými pokusy jsem nenašel u žádného materiálu. Podrobnější hodnocení několika vybraných (ukázkových) materiálů je uvedeno dále.

Pro porovnání výsledků původní rešerše se současným stavem (2008) jsem využil databáze organizace MERLOT, která se intenzivně zabývá právě vyhledáváním a hodnocením multimediálních materiálů. Zaměřil jsem se přitom především na materiály z klasické mechaniky.

Při vyhledání všech elektronických materiálů z fyziky v databázi MERLOT se zobrazí asi 1700 odkazů, nicméně při zadání požadavku na výukové materiály se tento počet zredukuje na 190. Materiálů zabývajících se klasickou mechanikou je potom 38, v čemž jsou zahrnuty i různé části téhož materiálu. Ve výsledku proto obdržíme přibližně 14 materiálů z mechaniky, z nichž ještě některé představují spíše soubor komentovaných appletů. Ne všechny materiály z mechaniky vytříděné v databázi MERLOT jsou shodné s materiály, které jsem vyhledal v rámci své vlastní rešerše. Lze však konstatovat, že nově vyhledané materiály v databázi MERLOT neobsahují oproti vlastní původní rešerši zásadní nové materiály ze sledované oblasti.

V následujícím textu stručně komentuji základní rysy vybraných výukových materiálů z mechaniky, které jsou v současné době nejlépe hodnoceny podle kritérií MERLOT.

Obrázek 2. 1: Physics Illuminations – rozvržení stránky s appletem

Nejvýše hodnocený je v databázi MERLOT materiál Physics Illuminations [50]. Jedná se o soubor komentovaných appletů z vybraných oblastí mechaniky. Úvodní stránka

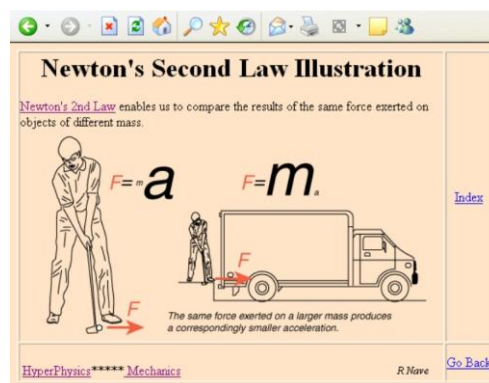
obsahuje stručné informace o obsahu a možnostech použití materiálu a v levé části odkazy na 5 hlavních kapitol, které se dále dělí na podkapitoly s jednotlivými applety. Stránky jednotlivých appletů (dohromady asi 70) obsahují stručný popis toho, co applet znázorňuje a jak ho použít, samotný applet je umístěn v pravé části stránky, viz obr. 2.1. Dále je stránka většinou rozdělena horizontálním rámem, pod nímž jsou uvedeny fyzikální závěry, které se týkají aktuálního appletu.

Materiál je podle poznámek určen především pro samostudium, vzhledem k jeho modulárnímu charakteru se dá předpokládat jeho využití jako doplnění výuky v hodinách fyziky. Protože však materiál netvoří ucelený výkladový systém jednotlivých témat, je jeho zařazení mezi výukové programy sporné a patří spíše do kategorie Applety.

Dalším vysoce oceněným je rozsáhlý materiál HyperPhysics [36]. Materiál je tvořen jednotlivými „kartami“ (viz obr. 2.3) v podobě jednoduché tabulky, které jsou vzájemně propojeny množstvím odkazů a které pokrývají většinu témat fyziky. Karty vždy popisují nějaký fyzikální zákon, část teorie, nebo aplikační příklad. Největší důraz je kladen na propojení jednotlivých částí a pojmů realizované pomocí řady klikacích map (viz obr. 2.2), které tvoří jakousi „nervovou síť“ nahrazující obsah. Součástí materiálu je také abecední rejstřík jednotlivých pojmů v podobě odkazů na příslušné karty.



Obrázek 2. 2: Klikací mapa

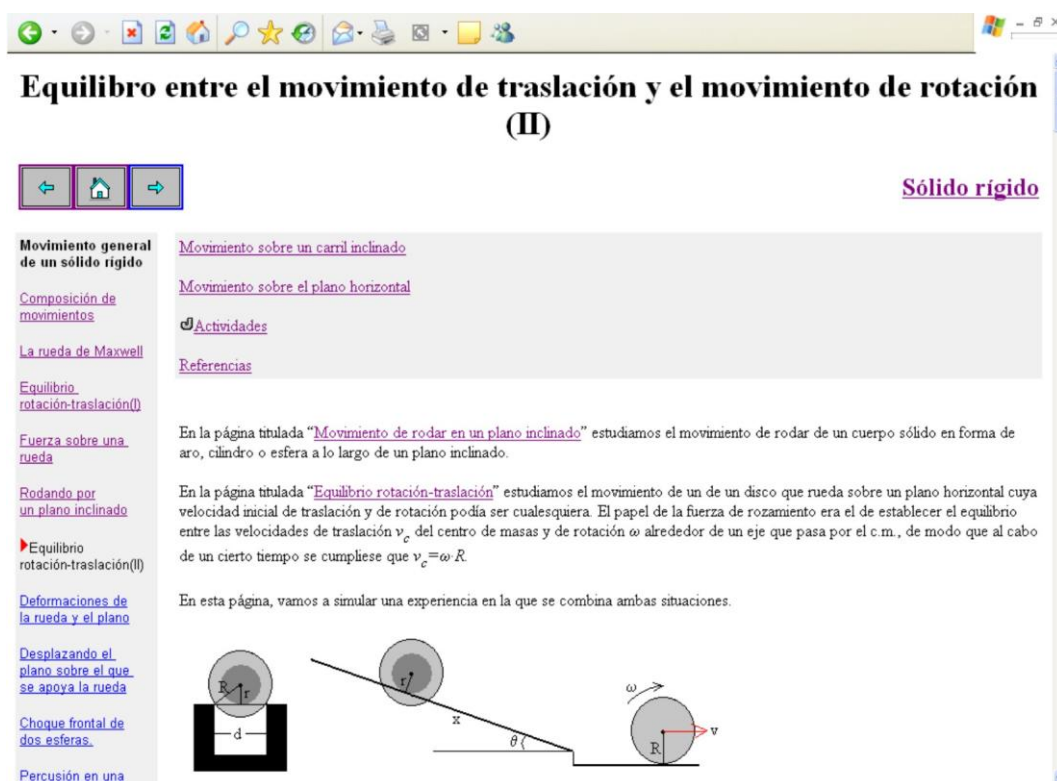


Obrázek 2. 3: Příklad karty materiálu

Materiál neobsahuje žádné fotografie, animace, návody na experimenty ani interaktivní applety. Interaktivita je zastoupena kromě hypertextového propojení pouze doplňujícími formuláři u některých příkladů. Schází také doplňující komentáře pro uživatele, motivační problémy a praktické aplikace. Materiál tak představuje spíše rozšířené encyklopedické zpracování fyziky s příklady. Skupina uživatelů, pro které je materiál určen, není specifikována, úroveň odpovídá z části náročnosti středoškolského učiva, z části vysokoškolskému kurzu fyziky. I přes grafické znázornění obsahu pomocí klikacích map je navigace v materiálu poněkud obtížná, což zřejmě souvisí se záměrem autora podnítit přemýšlení o tom, jak spolu souvisí různé fyzikální pojmy, spíše než postupně systematicky vyložit učivo fyziky.

Jako jediný neanglicky psaný materiál je mezi vybranými materiály z mechaniky v databázi MERLOT uveden španělský materiál Física con ordenador [31]. Rozsáhlý materiál je dělen systematicky na jednotlivé standardní kapitoly s dalšími podkapitolami, jako obsah slouží odkazy v levém sloupci na začátku každé strany. Podkapitoly tvoří vždy jedna stránka, která obsahuje výklad fyzikální teorie

s jednoduchými schematickými obrázky a řešenými příklady. Součástí většiny podkapitol jsou interaktivní applety pro demonstraci popisovaných dějů.



Obrázek 2. 4: Příklad stránky materiálu Físika con ordenador

Podle náročnosti obsahu se dá předpokládat využití materiálu pro výuku na střední škole a v základním kurzu vysokoškolské fyziky. Úrovně však nejsou nijak rozděleny a materiál také neobsahuje doplňující materiály – například pro učitele. V materiálu také schází motivační problémy, návody na reálné experimenty, úlohy na procvičení a ukázky praktických aplikací fyziky. Ilustrační fotografie jsou použity pouze na začátku hlavních kapitol. Dlouhé stránky jednotlivých podkapitol vyžadují poněkud nepříjemné časté rolování.

Podobnou strukturu jako předchozí jmenovaný materiál má další oceněný materiál The Physics Classroom Tutorial [43]. Materiál je určen především pro středoškolské studenty a učitele a pokrývá některé hlavní kapitoly fyziky, jako je mechanika hmotných bodů a těles, vlnění a zvuk, elektřina a magnetismus a optika. Na levé straně každé stránky je barevně odlišený pruh s odkazy na hlavní kapitoly a podkapitoly materiálu. Další odkazy na celkový obsah, příslušné hlavní kapitoly a doplňující informace o materiálu jsou také na začátku a konci každé stránky.

Témata jednotlivých podkapitol jsou podávána výkladovou formou a jsou doplněna schematickými obrázky a animacemi, které se zobrazí s vlastním popisem po kliknutí na příslušný odkaz. Důležitou součástí stránek je potom množství procvičovacích a ověřovacích úloh a problémů, jejichž řešení se po kliknutí na příslušný odkaz zobrazí v novém menším okně.

Materiál neobsahuje žádné fotografie, interaktivní applety, ani návody na experimenty. V minimální míře jsou také zastoupeny motivační prvky a praktické aplikace (kromě některých ověřujících úloh).

The Physics Classroom Tutorial

Vectors and Motion in 2-Dimensions: [Chapter Outline](#) | [About the Tutorial](#) | [Tutorial Topics](#) | [Usage Policy](#) | [Feedback](#)

Lesson 1: Vectors - Fundamentals and Operations

Resultants

The **resultant** is the vector sum of two or more vectors. It is *the result* of adding two or more vectors together. If displacement vectors A, B, and C are added together, the result will be vector R. As shown in the diagram, vector R can be determined by the use of an accurately drawn, scaled, vector addition diagram.

To say that vector R is the *resultant displacement* of displacement vectors A, B, and C is to say that a person who walked with displacements A, then B, and then C would be displaced by the same amount as a person who walked with displacement R. Displacement vector R gives the same *result* as displacement vectors A + B + C. That is why it can be said that

$A + B + C = R$

Obrázek 2. 5: Ukázka z materiálu The Physics Classroom Tutorial

Ukázky existujících volně dostupných výukových materiálů z fyziky do značné míry potvrzují závěry EUPEN uvedené výše. I nejlépe hodnocené materiály podle organizací zabývajících se hodnocením multimédií jsou často nejvýše průměrné kvality a nevyužívají plně výhod multimediálních materiálů.

Kromě občasných problémů s přehledností a navigací využívají pouze v malé míře například fotografií, přes poměrně velké množství stránek s applety na internetu je jejich využití v ucelenějších materiálech dosti omezené. Návodů na reálné experimenty a praktické činnosti v těchto materiálech téměř nejsou zastoupeny, za nedostatečné by se dalo považovat také využití motivačních prvků a ukázky praktických aplikací. Důvodem tohoto stavu je zřejmě fakt, že tyto materiály jsou často vytvářeny zadarmo dobrovolníky (většinou z řad učitelů) ve volném čase mimo hlavní povolání maximálně s podporou nějakého grantu.

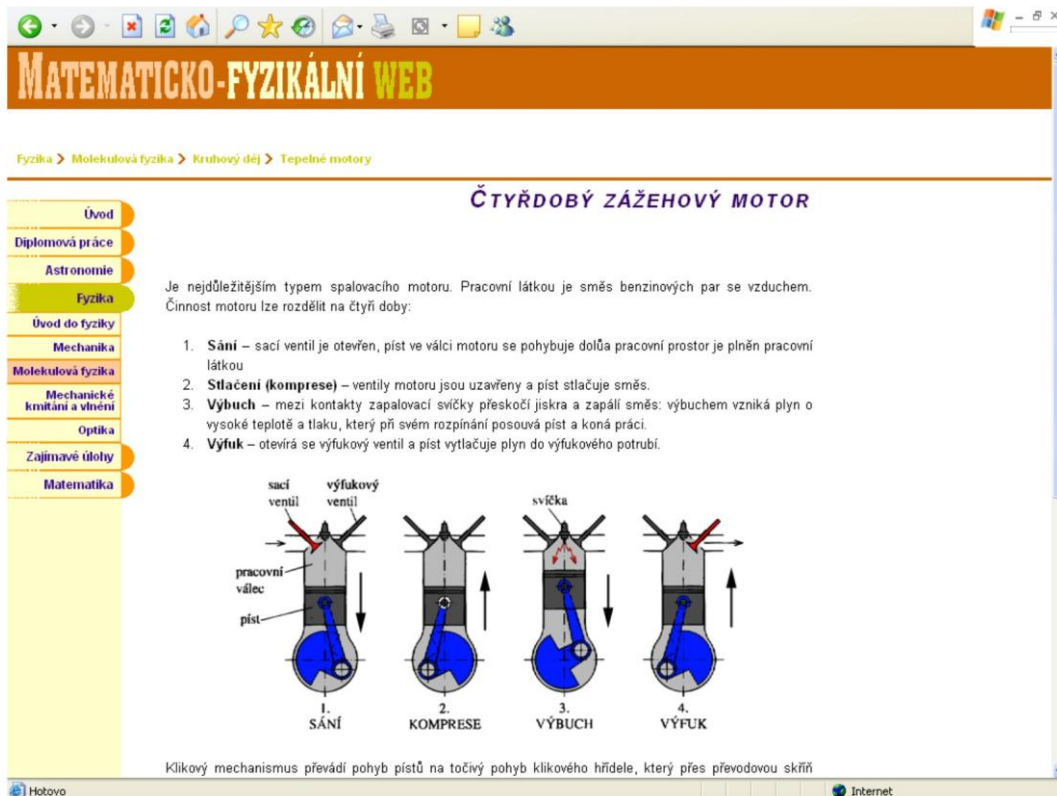
V posledních letech bylo vytvořeno několik volně dostupných elektronických materiálů k výuce fyziky i v českém jazyce.

Jedná se například o materiál Fyzika [51] publikovaný na Matematicko-fyzikálním webu středoškolské učitelky M. Vlachové. Materiál zpracovává systematicky a přehledně středoškolské učivo kapitol Molekulová fyzika, Mechanické kmitání a vlnění, Optika, kapitoly Úvod do fyziky a Mechanika byly upraveny a přesunuty na webové stránky Edutorium [52].

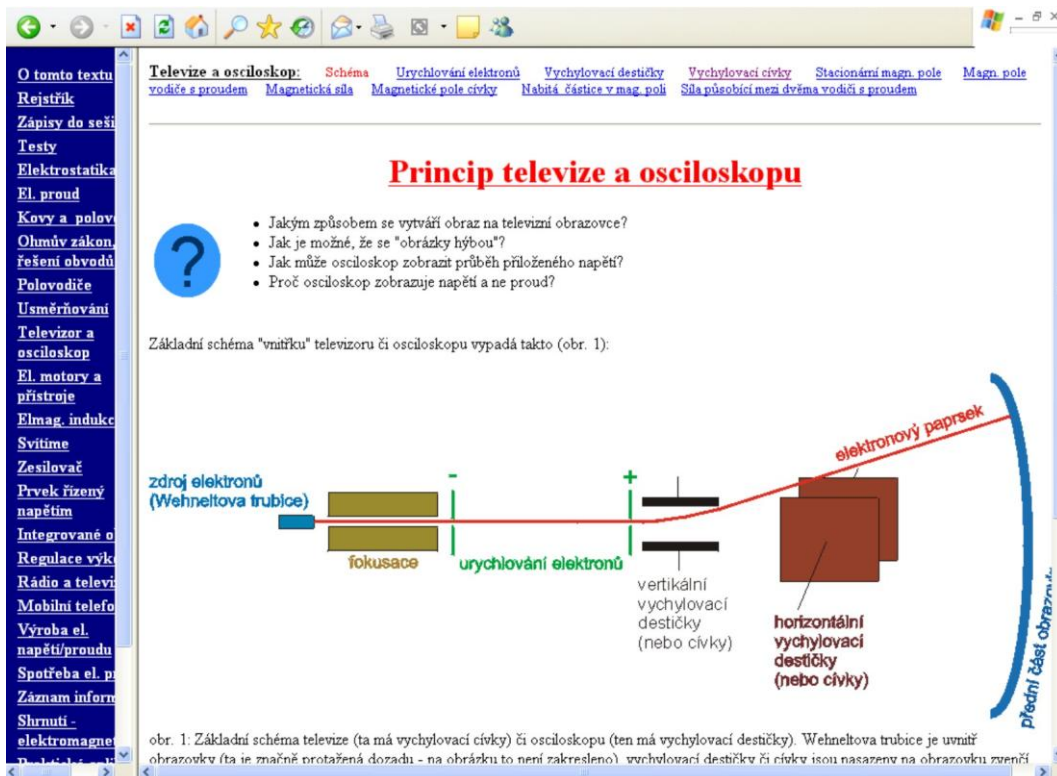
Jednoduchý a pěkný design sestává z kapitol a podkapitol reprezentovaných postupně jednotlivými stránkami. Odkazy na hlavní kapitoly jsou umístěny v levém barevném sloupci, struktura podkapitol se u jednotlivých stránek zobrazuje v pruhu na začátku stránky.

Materiál slouží jako podklad k výuce středoškolské fyziky a obsahuje obrázky převzaté z citované literatury. Součástí materiálu je několik ilustračních fotografií, jinak

text nevyužívá žádné multimediální prvky a neobsahuje úlohy ani návody na experimenty. Výklad má strukturu obdobnou učebnicovému zpracování.



Obrázek 2. 6: Ukázka z českého výukového materiálu Fyzika



Obrázek 2. 7: Ukázka z materiálu Elektřina a magnetismus

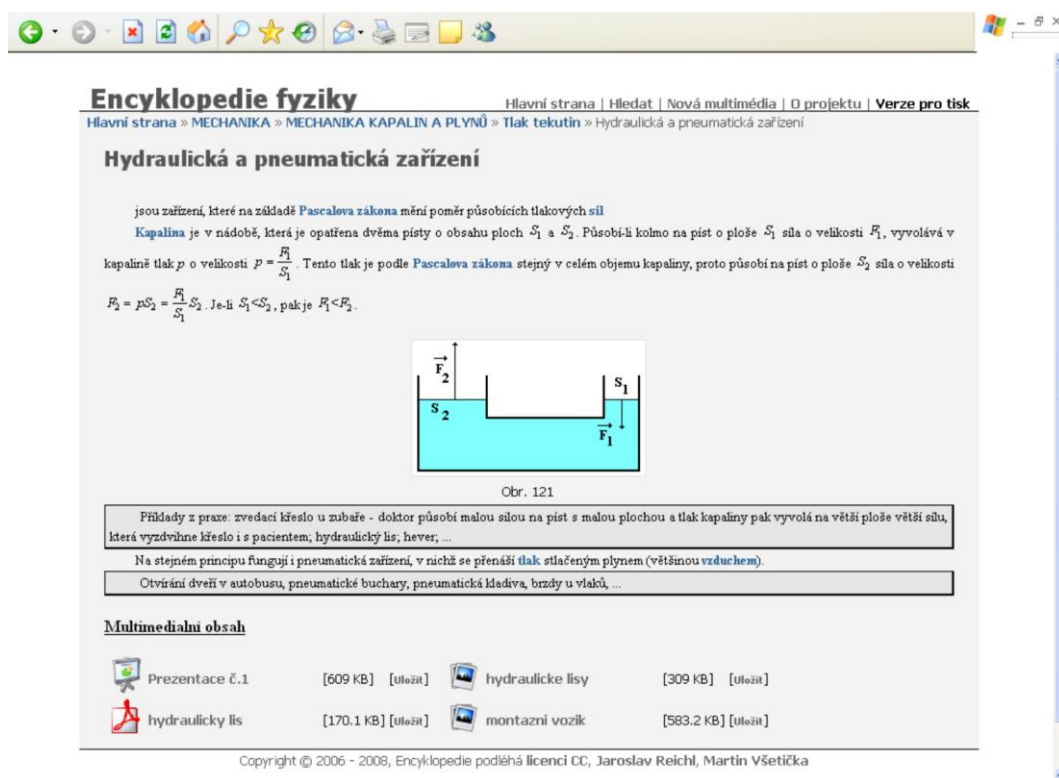
Dle mého soudu nejpovedenější český volně dostupný materiál na výuku fyziky je web *Elektrina a magnetismus* [53], který vznikl jako součást doktorské práce kolegy J. Kekule. Materiál je určen jako studijní materiál elektřiny a magnetismu pro středoškolské studenty.

Hlavní kapitoly a podkapitoly materiálu jsou uspořádány pomocí odkazů v rámci (viz obr. 2.7) a odpovídají tradičnímu rozdělení středoškolského učiva elektřiny a magnetismu s důrazem na elektroniku a praktické aplikace. Stránky jsou vzájemně propojeny systémem barevně odlišených odkazů, které rozlišují základní průchod stránek podle výuky, rozšiřující a související témata, stránky s konstantami a tabulkami a návody na experimenty, které mohou studenti sami realizovat.

Stránky obsahují kromě výkladu úvodní motivační otázku, řadu obrázků a fotografií, několik interaktivních appletů, videa vybraných pokusů s komentářem, návody na realizaci experimentů, odkazy na zajímavosti a praktické aplikace a v neposlední řadě úlohy na procvičení, jejichž řešení se zobrazí po kliknutí na příslušný odkaz. Všechny úlohy jsou stejně jako shrnutí celého učiva a přehled praktických aplikací uvedeny souhrnně na zvláštní stránce.

Součástí materiálu je také abecední rejstřík pojmů, které fungují jako odkazy na stránky s jejich vysvětlením. Další samostatná část je nazvána *Zápisy do sešitu* a obsahuje stručně sepsaný obsah jednotlivých hodin. Materiál také obsahuje ukázkové písemné testy na prověření učiva.

Velmi zajímavý je také elektronický materiál *Encyklopedie fyziky* [54], který vznikl na základě dlouhodobé maturitní práce na SPŠST Panská v Praze pod vedením J. Reichla. Přestože, jak název napovídá, nejde o typický výukový materiál, ale o encyklopedické zpracování středoškolské fyziky, dá se materiál dobře využít k doplnění učiva a k rychlému vyhledávání potřebných informací.



Obrázek 2. 8: Ukázka stránky z elektronické Encyklopedie fyziky

Hlavní stránka obsahuje seznam hlavních kapitol, které fungují jako odkaz a po kliknutí zobrazí seznam podkapitol. Kapitoly i podkapitoly jsou číslovány a cesta k aktuální podkapitole se zobrazuje v podobě odkazů na začátku každé stránky.

Jednotlivé podkapitoly jsou tvořeny ve formě textu s odlišením přesných definic, komentářů psaných „jednoduchým jazykem“ a komentářů přesahujících základní učivo střední školy. Důležité pojmy v textu jsou zvýrazněny a fungují jako odkazy na stránky, kde jsou vysvětlovány. V závěru stránek jsou potom odkazy na rozšiřující multimediální přílohy. Jde o fotografie, audionahrávky z hodin fyziky, videonahrávky pokusů, prezentace (většinou odvození nějakého vztahu), textové dokumenty a odkazy na externí zdroje. Materiál též umožňuje pokročilé vyhledávání pojmů a jejich spojení.

Protože jde o elektronickou encyklopedii, neobsahuje materiál řešené příklady a problémy ani motivační prvky. Textová podoba s menším než standardním použitým písmem vyžaduje větší soustředění při studiu, které by vadilo u výukového materiálu, k zamýšlenému záměru vyhledávání potřebných fyzikálních informací však postačuje.

Vedle volně dostupných výukových materiálů jsou v současné době i u nás k dispozici profesionální multimediální materiály pro výuku fyziky. Mezi nejznámější a nejvyužitelnější patří vedle různých dětských encyklopedií (většinou obsahově horší kvality) například elektronická učebnice [55] od společnosti Lang Master a novější Mechanika [56] z řady programů Fyzika zajímavě, kterou vydává Pachner, vzdělávací software, s.r.o.

V následujícím textu zmíním základní charakteristiky právě elektronické učebnice Mechanika z řady Fyzika zajímavě, která mně po zkušenostech s oběma výše jmenovanými programy připadá použitelnější pro výuku.



Obrázek 2. 9: Ukázka kapitoly z materiálu Mechanika

V porovnání s volně dostupnými materiály je patrný rozdíl především v grafice, profesionálně zpracované pomocí speciálního software, jediná nevýhoda spočívá v tom, že program je optimalizován pouze pro jedno rozlišení obrazovky. Hlavní část učebnice tvoří 51 kapitol rozdělených do 9 tematických okruhů. Seznam okruhů je uveden v podobě odkazů na hlavní stránce, kliknutím na ně se zobrazí příslušné kapitoly. Každá kapitola je potom reprezentována samostatnou stránkou o velikosti obrazovky, která je tvořena textem s náhledy fotografií, které se po kliknutí zobrazí v novém okně. Součástí kapitol jsou také samostatné odkazy na zajímavosti související s tématem, komentované animace vybraných dějů, návody na pokusy a úlohy, jejichž řešení se zobrazí (s možností nápovědy) po kliknutí na příslušný obsah. Mezi jednotlivými kapitolami se lze přemísťovat pomocí navigačních šipek a odkazů na liště v horní části stránky. V dolní části každé stránky jsou tlačítkové odkazy na doplňující materiály. Jedná se o teoretické shrnutí jednotlivých kapitol, seznam zajímavostí, životopisy vybraných fyziků, seznam řešených úloh a pokusů, rejstřík pojmů, jejichž význam se zobrazí po kliknutí v novém menším okně, a nakonec seznam zařazených animací. Drobná tlačítka v horním rohu stránky umožňují vytváření poznámek, vyhledávání v materiálu a pohyb v historii prohlížených stránek.

Za nejsilnější charakteristiky materiálu považují navigaci, uspořádání doplňujících materiálů a obsažené zajímavosti související s tématy fyziky. Po zkušenostech s používáním materiálu lze jmenovat také některé slabší stránky.

Program je například určen pro doplnění výuky na ZŠ a SŠ, ale rozlišení úrovně obtížnosti není v materiálu nikde zohledněno a celková úroveň odpovídá něčemu mezi obtížností učiva ZŠ a SŠ. Materiál také postrádá didaktické poznámky pro učitele, jak je možné takový materiál použít při výuce.

Na vytvořených animacích lze ocenit slovní komentář, který lze vypnout, animace však nejsou příliš interaktivní a neposkytují proto tolik možností využití jako například kvalitní počítačové applety. Některé děje či pokusy by bylo výhodné doplnit videonahrávkami.

Za nevýhodu lze považovat také to, že náměty na pokusy podobně jako odkazy na zajímavosti nejsou integrální součástí výkladu kapitoly a tvoří samostatné doplňující materiály. Není tedy jednoznačně zřejmé, jak je lze propojit s vykládaným tématem.

Vedle zmiňovaných a komentovaných materiálů na výuku fyziky existuje v češtině řada dalších dostupných materiálů, které lze použít minimálně na doplnění výuky fyziky. Jedná se například o souborné vydání příspěvků z deseti ročníků konferencí Veletrh nápadů učitelů fyziky na CD Veletrh nápadů pro fyzikální vzdělávání [57], nebo multimediální materiály společnosti ČEZ (například CD Encyklopedie energie [58]).

Z nových materiálů tohoto typu je vhodné zmínit například povedený interaktivní výukový program na DVD Elektřina a magnetismus [59], který vydala AV ČR v rámci projektu Otevřená věda regionům. Výuková prezentace sestává z jedenácti textových kapitol, odpovídajících tradičnímu dělení učiva Elektřiny a magnetismu na středních školách. Text je doplněn barevně odlišenými odkazy na 200 obrázků a 122 krátkých videosekvencí, které se po kliknutí zobrazí v novém okně. Videosekvence názorně prezentují především různé školní pokusy k danému tématu a ukázky praktických aplikací. Všechny obrázky a videosekvence lze otevřít také samostatně ze zvláštního seznamu, texty jednotlivých kapitol je možno samostatně zobrazit ve formátech doc a pdf. Materiál obsahuje také odkazy na literaturu a www zdroje a obsáhlý slovník používaných pojmů s jejich základním vysvětlením. Podrobněji je program představen například v [60].

Vzhledem ke svému přehlednému a jednoduchému uspořádání lze materiál dobře využít k doplnění výuky fyziky. Za nejcennější považuji možnost snadného předvedení videosekvencí s pokusy, které z různých důvodů nelze předvést reálně, nebo je potřeba je pouze rychle připomenout a zopakovat. Texty potom obsahují oproti tradičním středoškolským učebnicím navíc různé zajímavé informace, které lze využít ve fázi přípravy na výuku. V roce 2008 vydala AV ČR obdobně zpracované DVD na téma Světlo a zvuk [61].

Mnoho dalších jednotlivých volně dostupných materiálů, které lze využít při výuce fyziky (náměty na pokusy, realizované projekty, úlohy apod.) lze najít na webových stránkách učitelů fyziky. Jejich podrobnější klasifikace přesahuje hlavní zaměření této práce a stejně jako na další materiály vhodné pro doplnění výuky (články, zajímavosti, vědecké novinky...) na ně bývají soustředěny odkazy na webových portálech, jako je například Fyzweb [3].

Shrnutí

Ze srovnání výsledků vlastní rešerše z roku 2002 se současným stavem cizojazyčných volně dostupných výukových materiálů z mechaniky vyplývá, že situace se za posledních několik let přes rychlý rozvoj informačních a komunikačních technologií zdaleka nezlepšila natolik, jak by se dalo očekávat. Uvažovaných materiálů volně dostupných na internetu je relativně velmi málo a jejich kvalitu lze většinou označit nejlépe za průměrnou.

Výraznější změnu lze sledovat v oblasti česky psaných materiálů, kde se v posledních několika letech začaly objevovat kromě mnoha jednotlivých materiálů vhodných k podpoře výuky fyziky také první ucelenější výukové materiály, jejichž kvalita je minimálně srovnatelná s obdobnými materiály například v angličtině.

Komerčně připravované výukové programy mají svá omezení především vzhledem k jejich pořizovacím nákladům. Uživatel si musí také osvojit nezvyklé a ne vždy intuitivní pracovní prostředí, obtížněji se realizuje aktualizace takových materiálů a materiály mohou samozřejmě obsahovat také nedostatky koncepčního charakteru.

Uvedené závěry svědčí o tom, že vývoj a testování volně dostupných výukových materiálů je alespoň u nás teprve ve svých počátcích a má smysl věnovat mu pozornost.

Kapitola 3

Materiály, vytvořené na podporu fyzikálního vzdělávání

Obsahem této kapitoly je popis dvou samostatných elektronických materiálů, které byly vytvořeny v rámci mé práce a které mají sloužit k podpoře výuky fyziky na základních a středních školách.

První materiál, nazvaný *Kroužky fyziky na MFF UK*, popisuje program a vybrané projekty realizované během tří let (2001 – 2004) fungování kroužků fyziky pro středoškolské studenty na MFF UK v Praze. Cílem materiálu bylo jednak nabídnout realizované náměty z kroužků pro rozšíření výuky fyziky v klasických hodinách, v různých seminářích a kroužcích fyziky, jednak vyzkoušet některé formy zpracování námětů do podoby webových stránek vhodných pro širší spektrum potenciálních zájemců (učitelé, vedoucí kroužků, studenti, mimoškolští zájemci o fyziku a techniku...).

Druhý materiál má název *O silách nejen na Rapa Nui* a tvoří vlastní jádro mé práce. Tematicky se věnuje základním vlastnostem sil a statice tuhého tělesa a dané téma zpracovává na několika úrovních obtížnosti tak, aby mohl být použitelný pro různé skupiny zájemců (učitelé a studenti na základních a středních školách, mimoškolští zájemci o fyziku...). Materiál byl koncipován na základě předem stanovených teoretických kritérií a zároveň na základě několikaletých praktických zkušeností s výukou fyziky na gymnáziu.

Oba materiály jsou v kompletní podobě přiloženy na CD, které je součástí této práce, jejich on-line verze je možné shlédnout na webových stránkách [62] a [63].

V následujícím textu představím u obou materiálů vždy nejdříve stručně okolnosti vzniku a požadavky na materiál, dále celkovou strukturu materiálu a konečně podrobněji obsah materiálu s ukázkami a možnostmi využití materiálu. Nakonec se zmíním o technickém řešení obou materiálů. Zkušenosti s dalším používáním materiálů a jejich hlavní charakteristické rysy, které považuji za přínosné, shrnuji v kapitole 5.

3.1 Kroužky fyziky na MFF UK

V letech 2001 – 2004 jsem měl možnost vést s pomocí některých dalších studentů MFF UK kroužky fyziky pro středoškolské studenty z Prahy a okolí. Během kroužků, které probíhaly každý týden dvě hodiny v podvečer a kterých se pravidelně účastnilo okolo dvaceti studentů, jsme se věnovali různým oblastem fyziky a jejím technickým aplikacím a to nejenom teoreticky. Velký důraz byl kladen na praktické ověřování a samostatnou experimentální činnost, které při výuce na školách většinou není z časových a technických důvodů věnován dostatečný prostor. Čas od času byl program kroužků doplněn také exkurzemi na zajímavá fyzikální pracoviště, nebo přednáškou pozvaného odborníka.

Charakter kroužků se v průběhu let mírně měnil. V prvním roce převládalo probírání několika obsáhlejších ucelených témat, které se nejvíce blížilo klasickému výkladu, ovšem v atmosféře otevřené diskuze a s co možná nejširším využitím praktických ukázek a pokusů, které si účastníci sami zkoušeli. Zde účastníci často oceňovali možnost zopakovat si i některá témata, která už měli probraná ze školy, ale která mohli podrobněji prozkoumat a lépe pochopit.

Druhý rok fungování kroužků byl do velké míry zaměřen na realizování a podrobné zkoumání různých samostatných, většinou netradičních a málo známých, pokusů a jejich důsledků. Účastníci často přinesli i vlastní náměty na pokusy, které by si chtěli vyzkoušet.

V třetím roce byla nejčastější náplní kroužků realizace kratších projektů, které kombinovaly většinou předem alespoň částečně připravenou teorii s jejím praktickým odvozováním, ověřováním, nebo zkoumáním důsledků. Při tomto přístupu se patrně nejvíce uplatňovala vzájemná spolupráce účastníků i potřeba samostatně vyhledávat potřebné informace. Podrobnější zkušenosti z vedení kroužků s náměty na možná využití zpracovaných materiálů jsou uvedeny v sekci Náměty pro učitele přímo v materiálu [62].

Zájem o kroužky fyziky asi nejlépe vyplývá z pravidelné dlouhodobé účasti studentů na kroužcích v jejich volném čase v podvečerních hodinách. Skladba účastníků se každoročně s odchodem starších a příchodem nových studentů mírně obměňovala a tradici kroužků se podařilo pod vedením Vojtěcha Žáka úspěšně udržet i v dalších letech, viz stránky kroužků [11].

Informace o základním zaměření, struktuře a cílech kroužků byly publikovány například v [64] a [65].

Jak bylo zmíněno výše, webový materiál o kroužcích fyziky vznikl ze snahy nabídnout zdroj námětů pro podobné aktivity vedoucím a učitelům a zároveň z potřeby vyzkoušet možnosti zpracování daných témat do podoby materiálu vhodného k podpoře výuky fyziky. Také účastníci kroužků projevovali zájem o elektronické zpracování probíraných témat a vyzkoušených aktivit.

Vytvořený materiál ve svém obsahu odráží průběh kroužků a také jednotlivé náměty jsou zpracovány tak, jak byly prezentovány během kroužků, pouze s nezbytnými úpravami a doplněními.

3.1.1 Celková struktura dokumentu



Obrázek 3. 1: Úvodní stránka materiálu Kroužky fyziky na MFF UK

Úvodní stránka materiálů o kroužcích fyziky nabízí v záhlaví i na konci stránky rozcestník s odkazy na šest hlavních (obecných) částí dokumentu.

První část je nazvána *Náměty pro žáky a studenty* a nabízí stručný nástin obsahu stránek s podněty pro studenty, jak je možné využít popsané projekty a pokusy k samostatnému zkoumání, nebo k aktivnímu přínosu do hodin fyziky po domluvě s učitelem (příprava referátů, příprava zajímavého pokusu, zpracování praktického projektu...).

Druhá část, nazvaná *Náměty pro učitele a vedoucí kroužků*, obsahuje tři oddíly. V prvním oddíle jsou shrnuty obecné možnosti, jak mohou učitelé využít materiály při výuce fyziky. Druhý oddíl přehledně charakterizuje jednotlivé zpracované projekty s konkrétními návrhy na jejich využití při výuce. Třetí oddíl nakonec předkládá některé obecné zkušenosti s realizací námětů ve fyzikálních kroužcích a při výuce ve škole. Patří sem například reflexe toho, co bývá pro žáky zajímavé a motivující, jak se dopředu připravit na realizaci daných témat v kroužcích fyziky nebo při výuce, jaká je role vedoucího kroužku a nakolik se liší (neliší) od role učitele. Samostatně jsou zde také shrnuty zkušenosti s využíváním praktických činností ve výuce.

V další části *Jak používat tyto stránky* jsou obsaženy základní informace o struktuře a technickém řešení stránek s tipy na jejich snazší používání.

Část nazvaná *Obecně o kroužcích* přináší informace o účelu a organizaci proběhlých kroužků fyziky a jejich pokračování v dalších letech.

Program kroužků tvoří další samostatnou část, a jak název napovídá, obsahuje komentovaný seznam aktivit realizovaných během jednotlivých tří let konání kroužků. Kliknutím na odkazy v textu je možné zobrazit stránky s jednotlivými zpracovanými projekty a pokusy, případně jiné internetové zdroje, které byly při realizaci daných námětů využity.

Poslední samostatnou část tvoří *Vybrané projekty a pokusy*. Stránka obsahuje uspořádaný seznam s odkazy na zpracované projekty, pokusy a ostatní materiály se stručnou charakteristikou každého materiálu.

Jednotlivé hlavní části jsou realizovány samostatnými stránkami s jiným barevným pozadím a obsahují odkaz, kterým se lze vrátit na úvodní stránku. Kromě rozcestníku a motivačních problémů obsahuje úvodní stránka ještě oslovení tří potencionálních skupin uživatelů – žáků a studentů, učitelů a vedoucích kroužků, ostatních zájemců o fyziku – s doporučením, kde začít při procházení materiálů.

V následujících podkapitolách budou spolu s konkrétními ukázkami představeny tři druhy materiálů zpracovaných na základě vybraných aktivit realizovaných při kroužcích.

3.1.2 Srážky a rotace

Nejrozsáhlejší samostatně zpracovaný materiál na základě činnosti kroužků fyziky se nazývá *Srážky a rotace* a popisuje jedno z témat probírané souvisle v úvodu prvního roku fungování kroužků. Cílem bylo, aby se účastníci podrobněji seznámili s některými partiemi klasické mechaniky na základě teoretického i experimentálního rozboru zajímavých reálných problémů a jevů ze života.

Materiál je rozdělen do dvou velkých kapitol (*Srážky, Rotace*), které jsou tvořeny celkem přibližně čtyřiceti na sebe navazujícími hlavními stránkami. Z úvodní stránky, která obsahuje základní informace o zaměření, struktuře a technickém řešení

stránek, je tak možné projít postupně všechny hlavní stránky pomocí odkazů na začátku a konci každé stránky.

Hlavní stránky jsou potom doplněny řadou odkazů, které po kliknutí zobrazí v novém okně další poznámky a komentáře, řešení problémů, doplňující problémy a úlohy, návody na pokusy, nebo poznámky pro učitele a vedoucí kroužků, jak je možné příslušnou část využít. V závěru obou velkých kapitol je ještě několik samostatných doplňujících problémů, týkajících se daného tématu. Z každé hlavní stránky potom vede odkaz na jednoduchý obsah stránek, který slouží k rychlé orientaci a pohybu v materiálu a který je doplněn seznamem použitých zdrojů. Všechny fotografie v materiálu jsou řešeny jako menší náhledy. Po kliknutí na ně se zobrazí větší fotografie v novém okně.

Celé téma bylo originálně koncipováno pro kroužky fyziky s využitím různých zdrojů, uvedených v připojeném seznamu literatury, a se zařazením známých i vlastních nových pokusů.

Popis materiálu Srážky a rotace byl publikován například v [66].

První část – Srážky

Téma první velké kapitoly je zaměřeno na popis a důsledky různých druhů srážek a představuje tak především význam a použití zákonů zachování hybnosti a energie.

Po úvodním zkoumání, na čem všem může záviset výsledek a průběh srážky je věnována pozornost hybnosti jako veličině popisující pohybový stav těles a problémům, které lze řešit pomocí zákona zachování hybnosti. Následně jsou rozebírány různé příklady ideálně pružných srážek včetně energetických přeměn a jejich využití.

Další část kapitoly potom tvoří zkoumání nepružných srážek, šikmých rázů a srážek drsných rotujících těles.


◀ Jak popsat pohyb těles


Výkop ▶

Hybnost

Podívejme se trochu podrobněji na jeden z mnoha příkladů pohybu těles.


❓ **Co se děje s letadlovou lodí při startu letadla z její paluby? Komentář**

 **Pokus:** Tuto situaci lze přiblížit pomocí jednoduchého modelu letadlové lodě. Z improvizované lodičky budeme vystřelovat pomocí gumy pingpongový míček nebo těžší kuličku jako letadlo. [Podrobnosti](#)



Z výsledku pokusu je vidět, že při startu letadla z paluby letadlové lodě by se loď měla rozjet na opačnou stranu, než vylétá letadlo. To umíte jistě všichni vysvětlit, vzpomenete-li si na jeden ze základních zákonů mechaniky – **zákon zachování hybnosti**.

Celková hybnost soustavy loď s letadlem je před startem nulová. Startuje-li letadlo například směrem od zádě k přídi loď, má vektor jeho hybnosti tento směr a aby zůstala zachována původní nulová hybnost celé soustavy, musí se loď rozjet opačným směrem – dozadu.



❓ **Jak velkou rychlostí se loď v reálném případě rozjede?**

Americká letadlová loď Nimitz má výtlač 95 000 tun. Jakou rychlostí se loď rozjede při startu letounu F 14 o hmotnosti 30 tun z její paluby? Maximální vzletová rychlost letadla při opouštění paluby je přibližně 80 m s^{-1} . Předpokládáme, že loď je před startem v klidu. [Řešení](#)

Obrázek 3. 2: Začátek stránky o hybnosti z první části materiálu Srážky a rotace

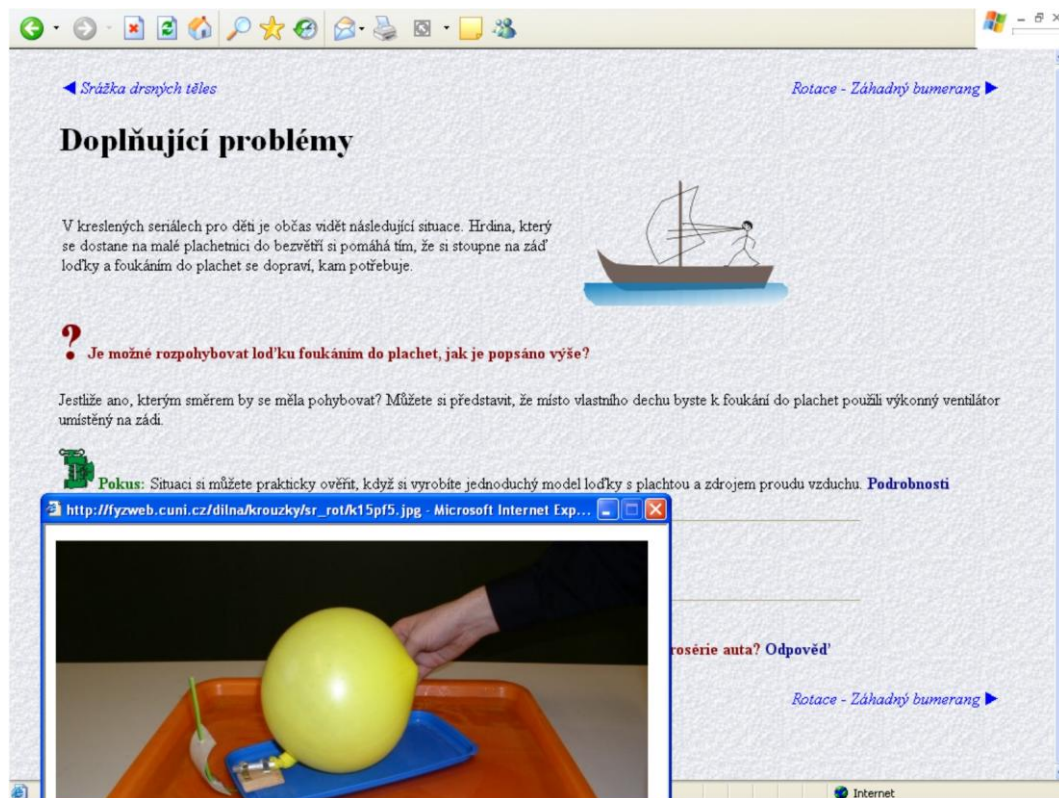
Konkrétně je například význam hybnosti vysvětlen pomocí motivačního problému startu letadla z letadlové lodi. Studenti (účastníci kroužků) jsou na úvod vyzváni, aby zjistili (například pomocí internetových zdrojů), jakým způsobem probíhá start vojenského letadla z letadlové lodi a zda to loď nějak ovlivňuje.

Dále je na stránce návod na konstrukci jednoduchého modelu letadlové lodi, kde je letadlo nahrazeno lehkým míčkem vystřelovaným pomocí gumičky představující lodní katapult. Samotná loď je tvořena víkem od plastové dózy. Vzájemný pohyb letadla a loď sledovaný na modelu je potom vysvětlen pomocí zákona zachování hybnosti a doplněn úlohou na spočítání rychlosti, kterou se rozjede reálná letadlová loď vlivem startu letadla. Řešení úlohy se zobrazí v novém okně po kliknutí na odkaz.

V další části stránky je pak problém rozebrán podrobněji a je diskutován vliv motorů letadla zažehnutých při startu. Řešení takto modifikované úlohy je opět uvedeno pod samostatným odkazem.

Na závěr stránky je pro porovnání řešení příklad vystupování člověka z lehké neuvázané loďky na břeh s důsledky, které způsobí zpětný pohyb loďky.

Doplňujícím problémem kapitoly o srážkách, který se týká hybnosti, je například otázka, zda můžeme teoreticky rozpohybovat loď foukáním do plachet, pokud stojíme na palubě (jak je to možné vidět v dětských kreslených seriálech).



Obrázek 3. 3: Doplňující problém a fotografie s modelem na ověření

Uvedené řešení problému nejdříve nabízí návod na výrobu modelu takové loďky, kde je foukání do plachet realizováno nafukovacím balónkem připevněným k jednoduché loďce. Po vyrobení modelu se mohou studenti sami přesvědčit, že loďka se takovýmto způsobem opravdu může rozjet. Teprve potom je problém vysvětlen teoreticky, je diskutována účinnost a ukázána souvislost s reaktivním pohonem a jeho využitím.

Druhá část – Rotace

Druhá velká kapitola se věnuje, jak název napovídá, především účinkům rotačního pohybu těles, ale dotýká se i jiných témat mechaniky. Jako úvodní motivační problém kapitoly je zvolen pohyb bumerangu, který si mohou studenti vyzkoušet pomocí jednoduchého bumerangu vyrobeného z papíru.

V důsledku diskuze, s čím vším může chování bumerangu souviset, je potom na několika následujících stránkách rozebrána otázka energie rotačního pohybu a momentu setrvačnosti včetně vysvětlení výpočtu momentu setrvačnosti s využitím integrálního počtu v nejjednodušších případech. Energie rotace a její přeměny jsou potom dále rozebrány na příkladu pohybu hračky jo-jo, kde je teoreticky i prakticky (například s využitím počítačového měřicího systému) zkoumán průběh tahové síly v provázku jo-ja.

Následující části kapitoly jsou věnovány neinerciálním systémům, Coriolisově síle a jejím důsledkům. Teoreticky i prakticky jsou rozebrány především speciální případy důsledků Coriolisovy síly, které lze řešit pomocí středoškolské matematiky.

Dále je kapitola zaměřena na chování setrvačníků a na střední škole neprobíraný pojem momentu hybnosti.

V souvislosti s momentem hybnosti jsou na dalších stránkách podrobněji objasněny Keplerovy zákony a jejich využití.

Následně se kapitola věnuje (spíše prakticky) problematice rotace nesymetrických těles a zmiňuje pojem tenzoru setrvačnosti.

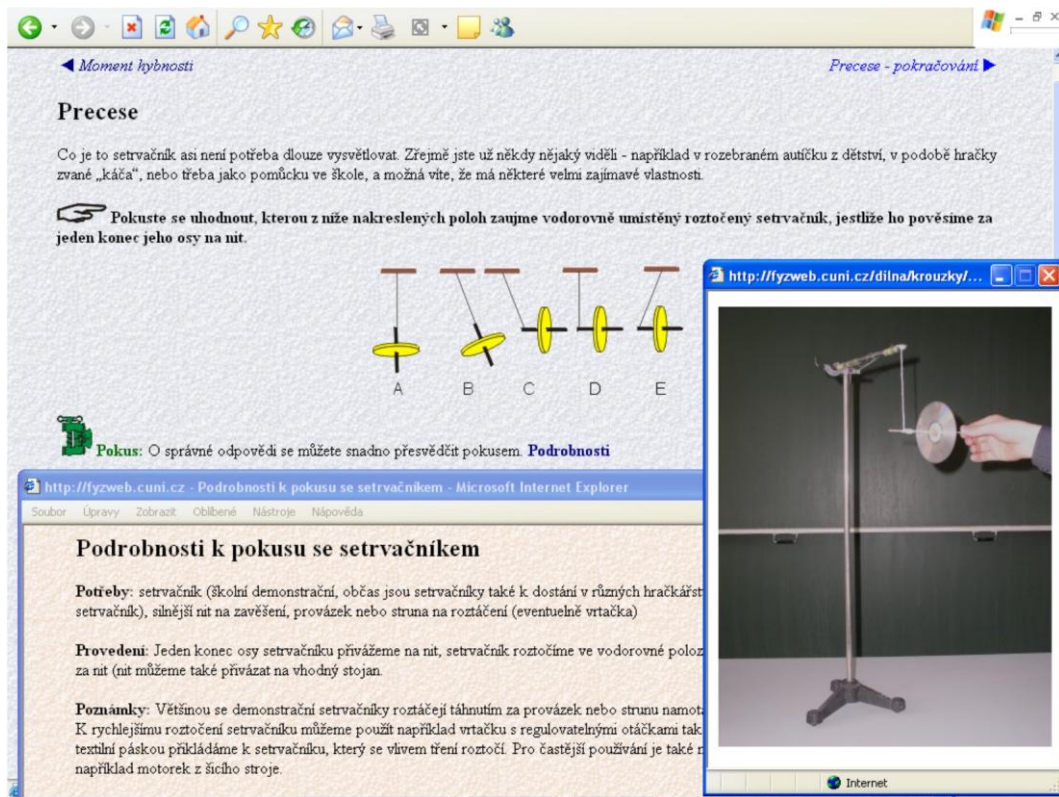
V posledních částech kapitoly se opět připomíná pohyb bumerangu a v souvislosti s vysvětlením jeho pohybu je na několika stránkách pomocí zkoumání jednoduchých pokusů přiblížena problematika obtékání křídla vzduchem a rozebrán Magnusův jev. Po závěrečném vysvětlení pohybu bumerangu pak opět následuje několik doplňujících problémů.

Podívejme se konkrétněji, jak vypadá struktura jednoho vybraného úseku kapitoly Rotace. Část o setrvačnících začíná rozбором problému krasobruslaře, který dokáže při piruetě velmi zrychlit svoji rotaci změnou tvaru těla. Studenti si to mohou snadno vyzkoušet na otáčivé židli, pokud při pomalé rotaci připaží ruce se závažími. Sledovaný jev je vysvětlen nejdříve pomocí dříve probrané Coriolisovy síly (z hlediska silového působení na ruce v neinerciálním systému), následně je zaveden pojem momentu hybnosti, přiblížena druhá věta impulsová a jev je dán do souvislosti se zákonem zachování momentu hybnosti.

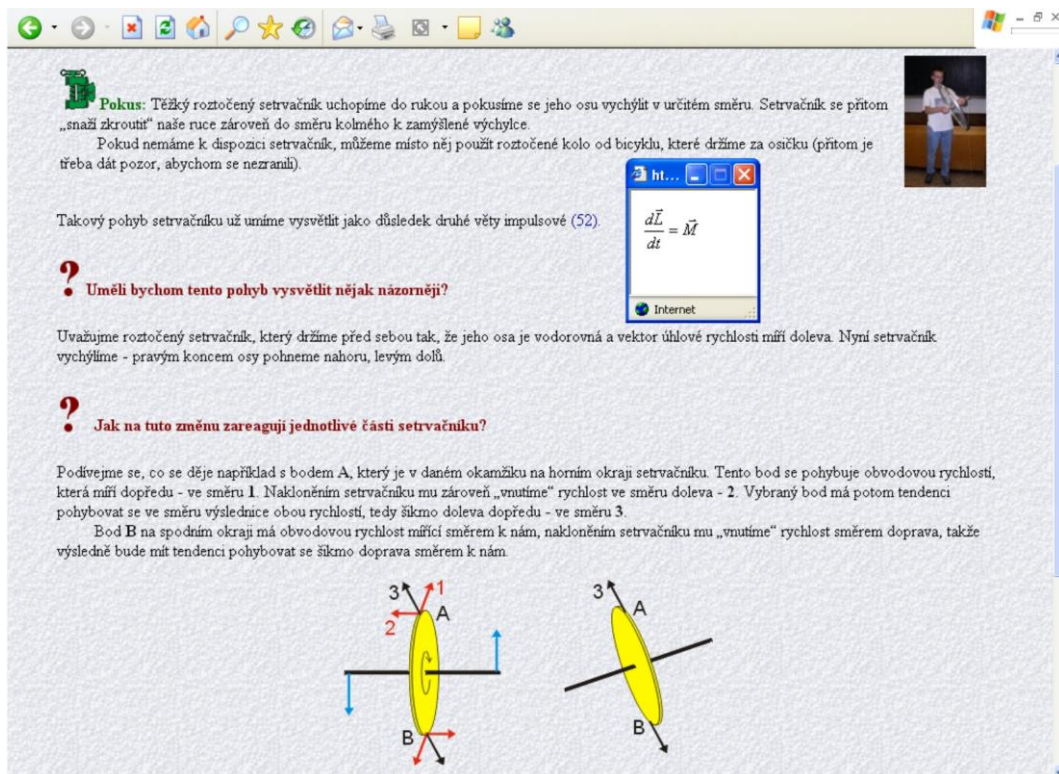
Problém precese setrvačnicku je uveden otázkou, kterou ze zobrazených poloh zaujme roztočený setrvačnick s vodorovnou osou, pověsíme-li ho pomocí nitě za jeden konec osy viz obr. 3.4. O výsledku experimentu se mohou studenti sami přesvědčit pomocí setrvačnicku vyrobeného z CD disku a špejle. Precesní pohyb je potom vysvětlen na základě rozboru sil působících na zavěšený setrvačnick s využitím druhé věty impulsově. Následně je připomenut precesní pohyb Země a odvozen vztah pro rychlost precese.

Jako další aplikace precesního pohybu je potom rozebrána otázka stability jízdy na motocyklu. Pohyb předního kola je simulován mincí kutálející se po nakloněné rovině, která se postupně stabilizuje, i když ji vypustíme našikmo. Rozboru sil působících na minci je vysvětleno, proč můžeme například díky precesnímu pohybu zatáčet na kole pouhým nakloněním, aniž bychom drželi řídítka. Pro lepší pochopení je nakonec precese zkoumána ještě na základě jednoduchého pokusu, kdy před sebou

držíme za osičku roztočené kolo bicyklu a zkusíme s osou pohnout. Rozborem směru pohybu jednotlivých částí kola se dá ukázat (obr. 3.5), proč se kolo při naklonění osy stáčí ve směru kolmém k rovině naklánění.



Obrázek 3. 4: Úvod stránky o precesi setrvačnicku s podrobnostmi k ověřovacímu pokusu



Obrázek 3. 5: Objasnění pokusu s kolem od bicyklu

Některé možnosti využití

Materiál *Srážky a rotace* lze využít několika způsoby. Protože svým obsahem do jisté míry překračuje rozsah středoškolského učiva mechaniky, hodí se v první řadě jako zdroj inspirace pro učitele při přípravě programu rozšiřujících seminářů z fyziky, případně fyzikálních kroužků. K tomuto účelu slouží i v materiálu obsažené komentáře pro vyučující, které obsahují tipy a poznámky pro realizaci námětů při výuce. Materiál samozřejmě nutně nemusí být využit celý, jednotlivé problémy, úlohy, nebo pokusy mohou sloužit k doplnění výuky v klasických hodinách fyziky.

Studenti zájímaví se o fyziku mohou materiál využít jako zdroj dalších informací, případně využít úlohy k přípravě na fyzikální olympiádu, kde se často řeší podobné příklady. Při přípravě na maturitu nebo vysokoškolské studium může materiál posloužit studentům k opakování a především propojení několika různých témat mechaniky.

Díky volné dostupnosti materiálů pak mohou být jejich uživateli také všichni ostatní zájemci, kteří si chtějí zopakovat či prohloubit své znalosti z fyziky, nebo se jen dozvědět něco víc o fungování okolního světa.

Konkrétní možnosti využití námětů z materiálu a některé další nezpracované náměty byly publikovány například v [67].

3.1.3 Projekty

Kratší projekty zaměřené na určité téma byly většinou náplní třetího roku kroužků fyziky a kompletní realizace každého z nich průměrně zabrala dvě až tři dvouhodinová setkání.

Každý projekt je zpracován jako jedna souvislá stránka, která je ve svém textu opatřena odkazy vedoucími na doplňující stránky s podrobnějším vysvětlením, doplňujícími úlohami, souvisejícími náměty, návody na experimenty, komentáři a poznámkami, použitými zdroji apod. Doplňující stránky se zobrazují v novém okně a jsou odlišeny jinou barvou pozadí. Fotografie a krátká videa se po kliknutí na náhled zobrazí stejně jako drobné poznámky a komentáře v novém okně pevné velikosti.

Modulární charakter zpracování kratších nezávislých celků nabízí možnost přímého využití námětů jako inspirace při projektové výuce, která se může stát v souvislosti s reformou českého školství na mnoha školách zajímavou či doplňující alternativou „klasické“ výuky. Pro doplnění výuky se dají využít také jednotlivé části jako samostatné problémy a úlohy, návody na pokusy, nebo náměty na laboratorní cvičení. Studenti možná využijí materiály k rozšíření a zopakování učiva jinou formou, jako úvodní zdroj informací k přípravě referátů, nebo jako náměty na samostatnou domácí experimentální činnost, jejíž výsledky mohou být prezentovány i ve škole.

Všechny zpracované projekty byly originálně připraveny pro kroužky fyziky a obsahují zdroje pro doplňující studium.

Další informace o projektech a jejich využití ve výuce byly publikovány v [68].

V následujícím seznamu je uveden název a stručná charakteristika zpracovaných projektů:

- **Vrhy v odporovém prostředí** – projekt je zaměřen na studování pohybu těles ve vzduchu. Trajektorie vypouštěných těles jsou snímány pomocí digitálního fotoaparátu nebo videokamery a porovnávány s modelem vytvořeným pomocí Eulerovy metody nejdříve graficky na milimetrovém papíře a následně

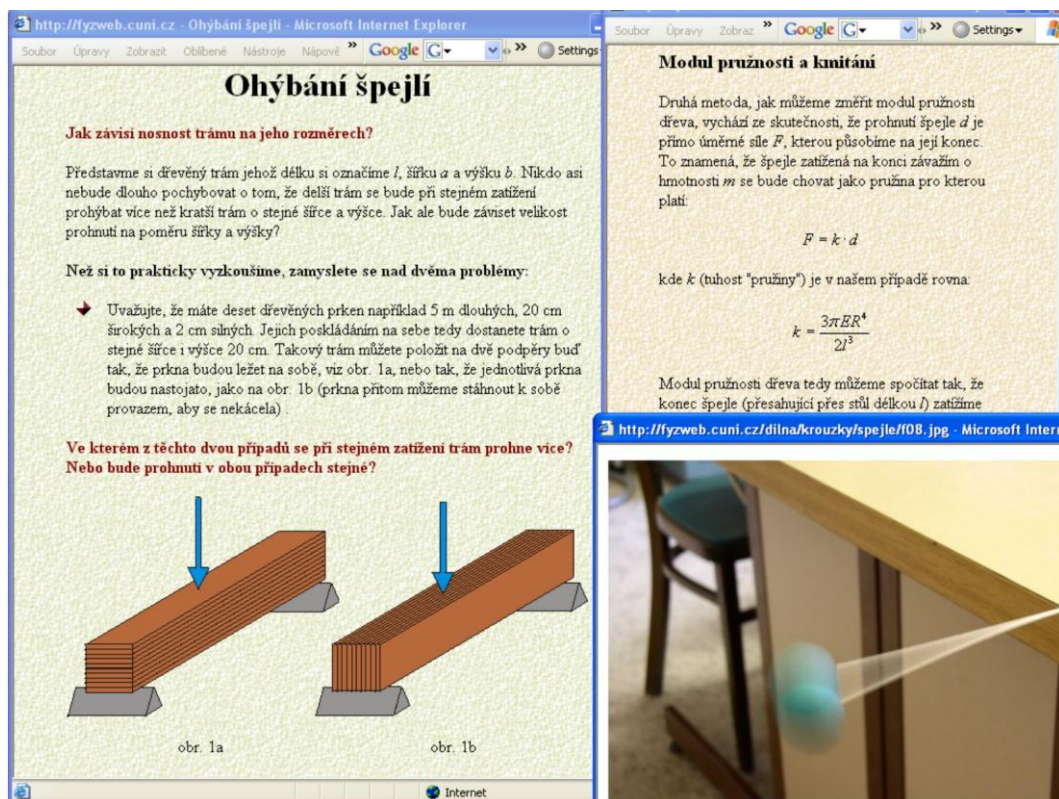
s využitím počítače. Jako doplňující úloha je řešen problém pádu člověka z velké výšky (z letadla).

- **Rozebírání PC komponent** – prakticky zaměřený projekt, ve kterém studenti zkoumají princip funkce nejrůznějších zařízení a jejich částí rozebíráním a dokumentováním vyřazených spotřebičů i jiných technických prostředků běžné potřeby. V podkapitole Náměty pro učitele jsou obsaženy tipy, jak daný námět využít ve škole, nebo jako dobrovolnou domácí aktivitu, a jak prezentovat výsledky.
- **Ohýbání špejlí** – pomocí ohýbání splených špejlí je zkoumána závislost průhybu nosníku na jeho parametrech. Projekt obsahuje motivační problémy, zjednodušené odvození průhybu nosníku a dvě metody měření modulu pružnosti dřeva, které lze využít jako laboratorní cvičení. Popis a možnosti využití projektu byly publikovány v [69].
- **Hrátky s povrchovým napětím** – na základě pozorování jednoduchých pokusů se zkoumají vlastnosti povrchové vrstvy kapalin a faktory, které ji ovlivňují. Jako související problém jsou řešeny úlohy, jak velké předměty se udrží na hladině i se započítáním vztlakové síly, nebo proč nemůže kvůli principům fyzikální podobnosti chodit člověk po hladině jako drobný hmyz. Součástí zpracovaného námětu jsou návody na dvě upravené metody měření povrchového napětí, které mohou být využity při laboratorních cvičeních. První je upravená kapková metoda s využitím digitálního fotoaparátu, druhá metoda je odtrhovací realizovaná pomocí jednoduchého a snadno zhotovitelného zařízení ze špejlí a špendlíků. Podrobnější rozbor projektu s didaktickým komentářem byl publikován v [70].
- **Tepelné ztráty** – projekt přibližuje problematiku přenosu tepla vedením skrze jednoduchou nebo složenou stěnu. Teoretický rozbor je doplněn návodem na experimenty, kterými lze dané vztahy ověřovat. Pozornost je věnována také různým konstrukcím oken. Téma lze využít například jako námět na samostatný domácí projekt studentů, ve kterém určí tepelný ztrátový výkon svého nebo navrženého domu a porovná ho s výkonem topné soustavy.
- **3D fotografie a videa** – v projektu je na příkladu prostorového kina typu IMAX objasněna podstata prostorového vnímání očima. V souvislosti s funkcí prostorového kina je také přiblížen pojem polarizace světla a jednoduchými pokusy demonstrovány některé příklady jeho využití. Součástí je dále návod na výrobu prostorových fotografií a videa z digitálního fotoaparátu analogickou metodou, která využívá slučování dvou různobarevných snímků. V poznámkách jsou potom zmíněny některé další způsoby prostorového zobrazování, které je možno dále zkoumat samostatně. Popis projektu byl spolu s dalšími náměty publikován v [71].
- **Jak funguje mikrovlnná trouba** – projekt představuje několik pokusů s mikrovlnnou troubou včetně možnosti měření rychlosti světla (elektromagnetického vlnění) z délky stojatých vln zaznamenaných v troubě a z frekvence magnetronu. V materiálu je dále objasněna podstata mikrovlnného ohřevu a přiblížena funkce magnetronu. Odkazy uvedené na konci mohou sloužit pro podrobnější studium, nebo jako zdroj informací pro diskuzi o možné škodlivosti mikrovlnného ohřevu.

- **Signalizační visačky** – jednoduché vysvětlení otázky, na jakém principu fungují visačky sloužící v obchodech jako ochrana proti odcizení zboží. Námět může sloužit jako příklad praktické aplikace využití oscilačních obvodů, zajímavé je také prozkoumat jednoduchý systém odepínání visačky pomocí magnetu. Podobným způsobem lze zkoumat řadu jiných jednoduchých zařízení.

Pro konkrétnější představu uspořádání zpracovaných projektů je popsána struktura projektu *Ohybání špejlí*:

V úvodu jsou předloženy dva motivační problémy. První problém se týká deseti prken, která tvoří po narovnání na sebe čtvercový průřez. Otázka potom zní, zda bude pevnější trám tvořený prkny narovnanými vodorovně na sobě, nebo svisle vedle sebe. Druhý problém se podobně ptá na pevnost ocelového nosníku s čtvercovým průřezem tvaru H ve dvou polohách – buď ve zmíněné poloze s průřezem tvaru H, nebo ve tvaru písmene I.



Obrázek 3. 6: Hlavní stránka projektu a doplňující stránka s popisem měření modulu pružnosti

Místo řešení úvodního problému, které je skryté pod odkazem až v závěru stránky, jsou studenti (čtenáři) vyzváni, aby se pokusili experimentálně zjistit, jak závisí průhyb trámku na jeho geometrických parametrech. Kliknutím na příslušný odkaz se v novém okně zobrazí náměty, jak takové zkoumání jednoduše provést pomocí špejlí lepených k sobě vteřinovým (případně pro porovnání měkkým tavným) lepidlem.

V další části stránky je uveden a okomentován vztah pro ohyb obecného trámku (vetknutého nosníku) s odkazem na literaturu, kde je možné najít jeho odvození. Protože klasické odvození ohybu vetknutého nosníku do značné míry přesahuje rámec středoškolské matematiky, je součástí projektu zjednodušené odvození, které se zobrazí po kliknutí na příslušný odkaz na nové stránce. Zjednodušené odvození nahrazuje

celkovou deformaci nosníku pouze protažením okrajové části a pro tuto deformaci používá středoškolský tvar Hookova zákona. Cílem tohoto odvození je především ukázat, jak vznikne zajímavá závislost na geometrických parametrech trámku (závislost na třetí mocnině délky a výšky a na první mocnině šířky trámku) a proč vystupuje ve vztahu Youngův modul pružnosti v tahu.

Po uvedení vztahu pro ohyb následuje diskuze kvalitativních výsledků experimentálního zkoumání průhybu špejlí, která může být doplněna dalším ověřovacím měřením.

Samostatný odkaz uvedený dále vybízí k odpovědi na úvodní motivační problémy. Řešení, které je založeno právě na porozumění vztahům pro ohyb nosníku, se po kliknutí zobrazí v novém okně.

V poslední části stránky je nastolena otázka kvantitativního vyjádření velikosti průhybu nosníku v závislosti na hodnotě modulu pružnosti v tahu daného materiálu. V souvislosti s tím jsou pod samostatným odkazem popsány dvě metody na měření modulu pružnosti v tahu dřeva, které mohou sloužit například jako námět na laboratorní cvičení. První metoda předpokládá výpočet modulu pružnosti v tahu z hodnot ohybu špejle zatěžované na konci známou silou, druhá metoda umožňuje určit modul pružnosti v tahu na základě měření frekvence kmitání špejle zatížené na konci malým závažím (plastelínovou kuličkou).

Poslední dva odkazy na stránce zobrazí náměty pro vyučující, jak je možné projekt využít při výuce (které části lze využít samostatně například jako demonstrační experimenty, podrobnosti k námětům na laboratorní cvičení apod.) a odkazy na literaturu.

3.1.4 Pokusy

Třetím druhem materiálů zpracovaných na základě činnosti kroužků fyziky jsou návody na samostatné pokusy. Pokusy provázely program všech tří roků fungování kroužků, samostatně jsme se jim věnovali především ve druhém roce. Součástí vytvořených stránek je návod na pět původních pokusů, další tři byly volně upraveny na základě námětů v zahraniční literatuře, na niž je odkázáno u pokusu.

Zpracování každého pokusu tvoří samostatná stránka a zachovává osvědčenou strukturu rozdělení na stručnou charakteristiku, výpis potřebných pomůcek, popis provedení pokusu, vysvětlení (případně výpočty) a poznámky. Popis pokusů je doplněn fotografiemi (náhledy lze zvětšit kliknutím), obrázky, případně krátkými videoklipy.

Pokus *Brownův pohyb* byl upraven podle námětu v [72], pokus *Chování molekul plynu* podle [73]. *Leidenfrostův jev* byl realizován podle teorie v [16]. Ostatní pokusy představují nově vytvořené demonstrace příslušných fyzikálních jevů.

Některé ze zpracovaných pokusů byly spolu s dalšími publikovány například v [74], nebo v [75].

Stručný popis a charakteristika zpracovaných pokusů jsou uvedeny v následujícím seznamu:

- **Rychlost výstřelu diabolky** – jednoduchá metoda měření rychlosti projektilu ze vzduchovky zkoumáním dráhy, kterou urazí dřevěný špalík po podložce po zásahu diabolkou. Pokus je vhodný pro zopakování problematiky zákonů zachování hybnosti a energie a měření smykového tření.
- **Indukce na vlastní kůži** – předvedení účinků elektromagnetické indukce bez měřicích přístrojů. Při použití cívky s velkým počtem závitů je během uzavření

jádra s magnetem cítit indukované napětí v prstech držících kontakty cívky. Pokus je vhodný pro diskuzi a praktické ověřování toho, na čem závisí velikost indukovaného napětí. Dále je možné zkoumat (při držení kontaktů cívky více lidmi), jak souvisí indukované napětí s indukovaným proudem a vytvořenou energií a jak se rozkládá napětí a proud v jednoduchém elektrickém obvodu.

- **Model výbušného motoru** – efektní přiblížení funkce spalovacího motoru s využitím krabičky od kinofilmu a elektronického zapalovače plynu zapalujícího lihové páry v krabičce. Kromě funkce spalovacího motoru je možné zkoumat energetické přeměny během celého pokusu a měřit jejich účinnost.
- **Brownův pohyb** – jednoduchý způsob předvedení Brownova pohybu bez použití mikroskopu. Paprsek laseru v zatemněné místnosti prochází zakulaceným dnem zkumavky s roztokem, které funguje jako čočka. Zvětšený obraz je promítán na rovnou plochu a umožňuje tak sledovat drobný chaotický pohyb Brownových částic více lidem najednou.
- **Zvukoměr** – návod na výrobu a použití mechanického zařízení na měření absolutní intenzity zvuku. Zařízení je založeno na principu jednosměrného stáčení tenké slídové (Rayleighovy) destičky zavěšené na jemném torzním vlákne v proudu vzduchu.
- **Leidenfrostův jev** – zkoumání zajímavého chování kapky kapaliny (vody, lihu) na rozpálené plotýnce.
- **Chování molekul plynu** – zábavné přiblížení statistického charakteru pohybu volných molekul. Dvě party lidí (studentů) přehazují ve vymezených krátkých časových intervalech papírové koule mezi dvěma polovinami třídy rozdělené lavicemi. Zpracované výsledky počtu koulí na jednotlivých stranách modelově představují pravděpodobnostní časový vývoj množství plynu ve dvou propojených nádobách.
- **Dálkoměr** – návod na výrobu a použití jednoduchého a poměrně přesného zrcátkového dálkoměru, který demonstruje jednu ze základních bezkontaktních metod měření vzdáleností. Součástí pokusu je vysvětlení této metody a možnosti jejího použití.

Kromě výše popsaných tří druhů materiálů zpracovaných na základě činnosti kroužků fyziky obsahují stránky v sekci *Vybrané projekty a pokusy* ještě odkaz na popis několika realizovaných her vhodných pro seznámení a rozvoj spolupráce ve skupině.

3.2 O silách nejen na Rapa Nui

Popisovaný materiál vznikl na základě několika požadavků vyplývajících z předchozí analýzy dostupných elektronických výukových materiálů a praktických zkušeností s výukou fyziky. Cílem bylo vytvořit výukový materiál z části fyziky, který by byl volně přístupný pomocí internetu a mohl sloužit rozličným cílovým skupinám uživatelů, jako jsou žáci základních a středních škol, učitelé fyziky, nebo jiní uživatelé zajímající se o fyziku, kteří si chtějí zopakovat a prohloubit své znalosti v rámci celoživotního vzdělávání.

Prvním logickým požadavkem bylo využití výhod multimediálního hypertextového dokumentu tak, aby vzniklé materiály v co největší míře splňovaly kritéria, která jsou rozebrána a komentována v kapitole 2.

Významným znakem materiálů je potom také začlenění návodů na pokusy, jednoduchá měření a další praktické činnosti, které neslouží pouze jako motivační a doplňující prvek, ale jsou pevnou a důležitou součástí výukového procesu. Tento požadavek vychází jak z osobní zkušenosti s výukou fyziky, tak ze zkušeností mnoha dalších učitelů, zabývajících se aktivně výukou fyziky. Jedním z důležitých závěrů workshopu Webphysics for the Classroom, který proběhl v rámci mezinárodního festivalu Physics on Stage 2 v roce 2002 v holandském Noordwijku a kterého se účastnili zástupci učitelů z celé Evropy a dalších zemí, bylo například to, že reálné experimenty a praktické činnosti by při výuce fyziky neměly být nahrazeny pouze virtuálními modely a experimenty, viz [76]. Zároveň jde o požadavek, který dosud téměř nebyl u volně dostupných výukových programů aplikován. Návodů na reálné pokusy sice bývají na internetu samostatně dostupné, existující výukové programy se však téměř vždy omezují pouze na animace a virtuální pokusy, reprezentované nejčastěji applety. Schází tedy jasná koncepce, jak mohou být elektronické výukové materiály využity v přímé součinnosti s reálnými experimenty a praktickými činnostmi.

Vzhledem k širokému spektru potenciálních uživatelů měla být struktura materiálu uspořádána tak, aby umožňovala studium na různých úrovních obtížnosti při současném zachování celistvosti a přehlednosti materiálu.

Výsledný materiál nakonec představuje jednu konkrétní možnost nově pojatého přístupu k výuce vlastností sil a statiky tuhého tělesa a zároveň předvádí některé možnosti realizace elektronických výukových materiálů, které budou zřejmě s postupem času vedle klasických učebnic získávat čím dál více na důležitosti.

Informace o struktuře, obsahu a možnostech využití materiálu byly publikovány například v [77] a [78].

The screenshot shows a web browser window with a toolbar at the top. The page content is as follows:

Logo: Mapa

Navigation: [Sliby okolo nás](#)

O silách nejen na Rapa Nui

O těchto stránkách
Doporučení pro studenty
Náměty pro učitele

O stěhování soch
Když něco nefunguje
Mapa a obsah

Rapa Nui (v překladu Velký Rapa) je domorodý název pro osamělý Velikonoční ostrov v Tichém oceánu, známý díky svým tajuplným mohutným kamenným sochám *moai*. Jak mohlo nepočtené domorodé obyvatelstvo bez použití tažných zvířat a moderní techniky stěhovat stovky obrovských soch ze vzdálených kamenolomů po celém ostrově? Nejpravděpodobnější odpověď na tuto záhadu podal a také prakticky předvedl v 80. letech minulého století pan Ing. Pavel Pavel. [Podívejte se](#), jak to dělal.

Co potřebujete znát, abyste mohli řešit podobné záhady? Kromě studia pramenů o historii a kultuře obyvatel Velikonočního ostrova musel Ing. P. Pavel dobře ovládat jedno z nezákladnějších odvětví fyziky - mechaniku. A právě o části mechaniky - konkrétně o **silách a statice těles** - pojednávají tyto stránky.

- **Jste žák, nebo studenty základní, nebo střední školy?** Třeba vám tyto materiály pomohou porozumět více tomu, co se učíte ve fyzice a možná se i dozvědět něco navíc a překvapit tak svého učitele. Podívejte se na **několik doporučení**, jak tyto stránky používat, aby vám byly užitečné.
- **Pokud učíte fyziku**, možná najdete na těchto stránkách inspiraci pro doplnění vlastní výuky. Na stránce **Náměty pro učitele** najdete některé metodické pokyny, jak lze materiály využít při výuce mechaniky na základních a středních školách.
- **Nejste ani žák, ani učitel** a chcete se prostě jenom dozvědět něco o fyzice? Můžete se rovnou vydat po turistických značkách (různé barvy označují různou úroveň obtížnosti) na cestu za poznáním. Kliknutím na obrázek s rozcestníkem v levém horním a dolním rohu každé stránky zobrazíte klikací **mapu** možných cest s obsahem dokumentu.

Obrázek 3. 7: Úvodní stránka materiálu O silách nejen na Rapa Nui

3.2.1 Struktura materiálu

Úvodní stránka materiálu obsahuje kromě odkazu na první kapitolu a úvodního motivačního problému odkazy na doplňující stránky materiálů – základní informace o stránkách, doporučení pro studenty, náměty pro učitele, podrobnosti o úvodním problému, technické informace o stránkách a odkaz na grafickou klikací mapu materiálu s obsahem.

Kromě toho oslovuje úvodní stránka tři potenciální skupiny uživatelů – studenty, učitele, ostatní zájemce – s doporučením, k čemu jim mohou stránky sloužit a kde začít s jejich studiem.

Úvodní motivační problém souvisí s názvem materiálu a přibližuje historii známých pokusů Ing. P. Pavla se stěhováním velkých kamenných soch moai na Velikonočním ostrově. Smyslem motivačního příběhu je ukázat, že poznatky základní mechaniky se týkají našeho každodenního života a jejich znalost nám může tento život i dnes hodně ulehčit nebo dokonce napomoci k novým zajímavým objevům.

Doporučení pro studenty obsahují jednak rady, jak se snáze orientovat v materiálu, jednak konkrétní doporučení, jakým způsobem se stránkami pracovat, aby jejich účinek v procesu učení byl maximálně efektivní.

Náměty pro učitele přináší kromě obecných informací o obsahu a zaměření, struktuře a možnostech využití materiálů podrobnější charakteristiku všech kapitol s konkrétními náměty, jak lze jednotlivé části kapitol využít při výuce. Součástí charakteristiky je vždy také odkaz, kterým lze rychle znázornit příslušnou kapitolu.

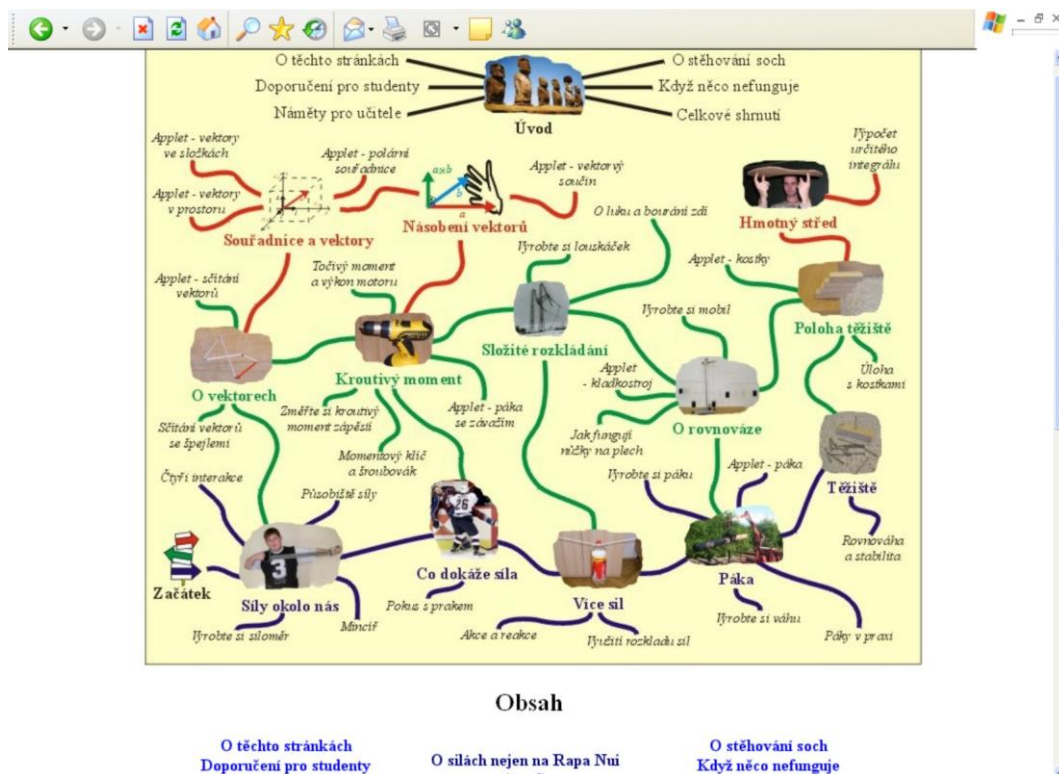
Samotná zpracovaná látka je rozdělena do třinácti hlavních kapitol ve třech úrovních obtížnosti. Pět kapitol základní úrovně, která náročností odpovídá učivu základní školy, má světle modré pozadí a je v záhlaví a zápatí označeno modrou linkou. Dalších pět kapitol střední úrovně je podobným způsobem odlišeno zelenou barvou a pokrývá přibližně učivo střední školy. Zbylé kapitoly jsou označeny červeně a představují určitou nadstavbu (především matematického charakteru) středoškolského učiva, vhodnou například pro výuku ve fyzikálních seminářích, k prohloubení učiva, nebo pro přípravu na vysokoškolské studium.

Všechny hlavní kapitoly jsou navzájem provázány odkazy v podobě turistické směrovky příslušné barvy s názvem kapitoly v záhlaví a zápatí každé stránky. Hlavní kapitoly jsou potom doplněny podkapitolami (s odpovídajícím barevným označením), na které vedou odkazy označené malou turistickou značkou přímo v textu hlavních kapitol.

Podkapitoly přináší na daném místě hlavní stránky doplňující a rozšiřující informace, menší samostatná témata související s tématem hlavní kapitoly, návody na experimenty a praktické činnosti, interaktivní počítačové applety, řešení úloh a další úlohy, ukázky praktických aplikací... tak, aby byla pokud možno zachována přehlednost hlavních kapitol.

Hlavní kapitoly i podkapitoly potom obsahují ještě jednoduché odkazy zvýrazněné pouze modrým tučným textem, které po kliknutí zobrazují kratší poznámky, komentáře, řešení některých úloh, odpovědi na zadané problémy apod. v novém okně pevné velikosti bez barevného pozadí. Všechny fotografie a krátká videa v materiálu jsou řešeny jako náhledy, které po kliknutí zobrazí větší fotografii s názvem a komentářem v novém okně.

V závěru každé hlavní kapitoly je odkaz na stručné shrnutí, které se zobrazí po kliknutí v novém menším okně. Celkové shrnutí všech kapitol je možné zobrazit odkazem z navigační mapy a obsahu.



Obrázek 3. 8: Klikací mapa znázorňuje úrovně obtížnosti kapitol

Grafická klikací mapa zobrazuje propojení všech kapitol a podkapitol, slouží k snadnější a rychlejší orientaci v materiálu a spolu s jednoduchým obsahem na ni vedou odkazy v podobě grafické ikony v záhlaví a zápatí všech kapitol a podkapitol i doplňujících stránek.

3.2.2 Kapitoly základní úrovně

Obsah kapitol základní úrovně je koncipován tak, aby odpovídal požadavkům a cílovému zaměření vzdělávací oblasti Člověk a Příroda oboru Fyzika Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání viz [4]. Z hlediska cílového zaměření má způsob zpracování daných kapitol podněcovat žáky především k (cit. podle [4]):

- zkoumání přírodních faktů a jejich souvislostí s využitím různých empirických metod poznávání (pozorování, měření, experiment) i různých metod racionálního uvažování
- potřebě klást si otázky o průběhu a příčinách různých přírodních procesů, správně tyto otázky formulovat a hledat na ně adekvátní odpovědi
- způsobu myšlení, které vyžaduje ověřování vyslovovaných domněnek o přírodních faktech více nezávislými způsoby
- posuzování důležitosti, spolehlivosti a správnosti získaných přírodovědných dat pro potvrzení nebo vyvrácení vyslovovaných hypotéz či závěrů

Konkrétně umožňují zpracované kapitoly, aby žák po jejich prostudování plnil především následující očekávané výstupy vzdělávacího oboru Fyzika (cit. podle [4]):

- změří velikost působící síly

- určí v konkrétní jednoduché situaci druhy sil působících na těleso, jejich velikosti, směry a výslednici
- aplikuje poznatky o otáčivých účincích síly při řešení praktických problémů

V následujícím přehledu je stručně přiblížen základní obsah jednotlivých kapitol.

- **Síly okolo nás** – první kapitola základní úrovně přibližuje sílu jako vektorovou veličinu, která je charakterizována velikostí a směrem. V úvodu vyzývá k rozmyšlení, kde všude se lze setkat se silovým působením a jaké vlastnosti síly mohou mít.

Dále je rozebrána otázka velikosti síly spolu s návodem na výrobu siloměru. V souvislosti s měřením síly je ve zvláštní podkapitole rozebrána funkce mincíře a pružinových vah.

Druhá část kapitoly je zaměřena na znázornění síly, na příkladech rozebírá pojmy působíště a směru působení včetně několika jednoduchých příkladů na procvičení. V závěru kapitoly je odkaz na rozšiřující podkapitulu, která přibližuje pojem čtyř základních interakcí.

- **Co dokáže síla** – ve druhé kapitole základní úrovně jsou rozebrány mechanické účinky sil a zaveden pojem moment síly. Na příkladu srážky jsou nejdříve rozlišeny pohybové a deformační účinky sil a objasněna potřeba zavedení modelu tuhého tělesa.

Sledováním sil působících mezi tanečnický na připojených videoklipech a fotografiích je přiblížen dvojí druh pohybu, který síly mohou způsobit – posuvný a otáčivý. Pro ověření směru působící síly v těchto dvou případech je připojen odkaz s návodem na několik jednoduchých ověřovacích pokusů.

V další části kapitoly je potom v souvislosti s otáčivým účinkem sil zaveden kvalitativně pojem moment síly včetně několika obrázkových příkladů na porovnání velikostí momentů sil.

- **Více sil** – třetí kapitola zkoumá případy působení více sil na těleso. Rozborem úvodního motivačního pokusu s břemenem uvázaným ve středu dlouhého vodorovného provazu se dochází k významu výslednice sil a jejím účinkům na těleso.

Dále má čtenář na základě jednoduchých pokusů se siloměry přijít na základní pravidla pro skládání rovnoběžných sil. Vysvětlená pravidla pak lze procvičit na několika zadaných příkladech.

Zvláštní podkapitola se věnuje zákonu akce a reakce jako samostatné vlastnosti sil a jeho odlišení od skládání sil stejného směru.

Další část kapitoly se vrací k úvodnímu pokusu a objasněním rozkladu síly do dvou kolmých směrů vysvětluje problém, proč je provaz se závažím vždy prověšený.

Poslední podkapitola potom rozebírá různé praktické aplikace rozkladu sil včetně diskuze vynaložené práce při použití některých jednoduchých strojů, nebo například návodu na výrobu klenby z papíru.

- **Páka** – v další kapitole základní úrovně je po úvodním problému na základě zkoumání jednoduchých experimentů a interaktivního appletu odvozen vztah pro rovnováhu na páce a uvedeny příklady na jeho použití.

Ve zvláštní kapitole jsou rozebrány příklady využití pák v různých praktických zařízeních a jednoduchých strojích. Další podkapitola potom přináší návod na výrobu a použití velmi jednoduché nerovnoramenné váhy z papíru.

- **Těžiště** – poslední kapitola základní úrovně se zabývá těžištěm těles, rovnováhou a stabilitou. Kapitola začíná motivačním problémem (jak narovnat patnáct hřebíků na hlavičku šestnáctého), který je zodpovězen pod odkazem až na konci kapitoly.

Na základě vysvětlení pokusu s koštětem položeným vodorovně na prsty rukou, které se přibližují k sobě, je navozen pojem těžiště a dále jsou rozebrány experimentální metody, kterými lze těžiště tělesa nalézt. Další příklady objasňují, jak vymežit polohu těžiště ze symetrie homogenních těles.

Samostatná podkapitola se potom v souvislosti s problémem chůze provazochodce po laně a dalších jednoduchých příkladů věnuje otázce možných rovnovážných poloh těles a kvalitativně zavádí pojem stability těles a jejího využití.

3.2.3 Kapitoly prostřední úrovně

Kapitoly druhé (prostřední) úrovně jsou primárně určeny pro středoškolské vzdělávání a jsou proto koncipovány podle požadavků vzdělávací oblasti Člověk a Příroda oboru Fyzika Rámcového vzdělávacího programu pro gymnázia, viz [5]. Hlavní rozdíl oproti kapitolám první úrovně je především v podstatně širším využití matematických prostředků a zkoumání složitějších úloh a problémů. Z hlediska cílového zaměření vzdělávací oblasti Člověk a příroda má proto zpracování kapitol druhé úrovně vést žáky navíc především k (cit. podle [5]):

- používání adekvátních matematických a grafických prostředků k vyjadřování přírodních vztahů a zákonů

Obsah kapitol druhé úrovně potom umožňuje, aby žák na základě jejich studia plnil především následující očekávané výstupy vzdělávacího oboru Fyzika (cit. podle [5]):

- rozliší skalární veličiny od vektorových a využívá je při řešení fyzikálních problémů a úloh
- určí v konkrétních situacích síly a jejich momenty působící na těleso a určí výslednici sil

Následuje stručný přehled obsahu kapitol prostřední úrovně:

- **O vektorech** – druhá, prostřední úroveň začíná kapitolou rozebírající podrobněji sílu jako vektorovou veličinu a základní operace s vektory. Kromě úvodního problému jsou v kapitole vysvětleny operace násobení vektoru skalárem, sčítání a odčítání vektorů.

Téma je přiblíženo jednak pomocí interaktivního počítačového appletu, jednak pomocí praktického modelu sčítání vektorů pomocí označených špejlí, který může být využit například jako soutěžní hra, nebo pro frontální ověřování nabytých znalostí.

- **Kroutivý moment** – další kapitola prostřední úrovně se po úvodním motivačním problému zabývá praktickým významem a kvantitativním

zavedením pojmu momentu síly včetně návodu na měření momentu síly vyvinutým zápěstím.

Dále je podrobněji rozebrán směr vektoru momentu síly, řešeny související početní úlohy a přiblíženo praktické využití měření momentu síly.

Druhá část kapitoly se potom věnuje momentu více působících sil a objasňuje momentovou větu.

- **Složitě rozkládání** – úvodní problém kapitoly představuje otázka, proč se mohou sloupy vedení vysokého napětí ohnout pod tíhou námrazy. Místo odpovědi je zkoumán směr a velikosti sil na netradičním louskáčku na ořechy (inspirovaném námětem v [79]), který si mohou zájemci sestavit podle připojeného návodu.

Pomocí louskáčku je ukázán rozklad sil na kolmé i šikmé složky a v souvislosti se sčítáním vektorů objasněno vyjádření velikostí složek. Pro doplnění a ověření odvozených vztahů je připojen návod na změření síly potřebné k rozlousknutí ořechu dvěma metodami – pomocí louskáčku a pomocí osobní váhy. (Funkce a využití zmíněného louskáčku byly spolu s dalšími náměty publikovány například v [80].)

Zvláštní podkapitola doplňuje téma rozkladu sil informacemi a zajímavostmi o funkci luku, nebo například možnostmi využití rozkladu sil při bourání zdí za použití malé síly.

Druhá část kapitoly se zabývá rozkladem sil na rovnoběžné složky. Problém je zkoumán nejdříve experimentálně, sledováním zatížení dvou kuchyňských vah, přes které je položeno dlouhé pravítko s posunujícím se závažím. Teprve potom jsou velikosti rovnoběžných složek tíhy závaží odvozeny teoreticky, aby bylo možno ověřit správnost experimentálních závěrů a diskutovat odchylky vzniklé při reálném měření.

Jako aplikační příklad je řešena úloha, jak velkými silami jsou zatěžováni nosiči při stěhování skříně po schodech.

Odkaz v závěru kapitoly nakonec vysvětluje úvodní problém ohýbání sloupů vedení vysokého napětí v souvislosti s rozkladem sil.

- **O rovnováze** – předposlední kapitola prostřední úrovně shrnuje podmínky statické rovnováhy těles a objasňuje jejich využití.

V úvodu je předložen problém určení poměrů hmotností krabiček zavěšených na soustavě nestejně dlouhých špejlí s návodem, jak si podobné soustavy (nazývané dříve mobily) vyrobit – nejen jako ozdobu, ale i jako úlohu například pro spolužáky ve škole nebo pro známé. Řešení soustavy vyobrazených krabiček je uvedeno pod odkazem až na konci kapitoly.

Aplikace podmínek rovnováhy je potom ukázána na konkrétním příkladu výpočtu sil působících na kosti v lokti a na svalové úpony při zvedání těžkého břemene (vědra s vodou). Další komplexní příklad se zabývá nosností velkého stavebního jeřábu při různé délce ramene s využitím údajů z technické dokumentace.

Aplikace podmínek rovnováhy u různých kladkových systémů mohou být zkoumány pomocí připojeného interaktivního appletu.

Jako příklad využití principů rovnováhy při konstrukci různých nástrojů a zařízení je nakonec zkoumán složený pákový systém nůžek na plech. Na základě fotografie má být určeno, kolikrát větší silou oproti síle stisku rukojetí působí ostří nůžek na materiál. Řešení je doplněno také diskuzí problému, proč se ostří nůžek vyrábí prohnuté.

- **Poloha těžiště** – prostřední úroveň je uzavřena kapitolou, která podobně jako ostatní zeleně označené kapitoly rozvíjí téma příslušné kapitoly základní úrovně. Věnuje se výpočtu polohy těžiště jednoduchých soustav těles.

Úvod přináší poměrně známý problém rovnání převisu z cihel kladených na sebe. Jaký nejdelší převis lze postavit ze čtyř cihel (dřevěných kostek apod.) si mohou zájemci vyzkoušet prakticky (například jako soutěž) nebo pomocí počítačového appletu. Cílem je navodit problematiku polohy těžiště více těles.

Nejjednodušší případy (dvou koulí na nehmotné tyči) se dají snadno prakticky zkoumat pomocí špejle s plastelínovými kuličkami vyvažované na ostří nože. Po návodu na experimentální činnost je předloženo teoretické odvození polohy těžiště, které dává možnost srovnání s experimentálními výsledky. V diskuzi možných odchylek je poukázáno na zanedbání hmotnosti špejle a následuje odvození polohy těžiště se započítanou hmotností špejle. Podobným způsobem lze teoreticky zkoumat a experimentálně ověřovat podobné příklady s více kuličkami (ve škole například formou jednoduchého laboratorního cvičení).

Na základě uvedených příkladů je v další části kapitoly formulován obecný vztah pro výpočet souřadnice těžiště soustavy těles. Ověřit si správné pochopení vztahu lze na uvedeném příkladu, ve kterém je potřeba určit těžiště nepravidelných (děravých) zdí na obrázku a určit tak, zda zůstanou stát, nebo se překloupí.

Samostatná podkapitola předkládá numerické řešení úvodního problému s rovnáním převisu ze čtyř kostek včetně ukázky, jak vypadá řešení pro obecný počet kostek.

3.2.4 Kapitoly nejvyšší úrovně

Obsah kapitol nejvyšší úrovně představuje především matematické rozšíření operací probíraných v nižších úrovních a jejich možné využití. Je proto vhodný například pro doplnění a rozšíření učiva pro „náročnější“ studenty, pro využití ve fyzikálních seminářích nebo k budování mezipředmětových vztahů oborů Fyzika a Matematika a její aplikace.

- **Souřadnice a vektory** – první kapitola třetí nejvyšší úrovně dále tematicky prohlubuje obsah příslušné kapitoly prostřední úrovně – *O vektorech*. Tvoří tak určitou matematickou nadstavbu objasňující vyjádření vektorů a základních operací (násobení vektoru skalárem a sčítání vektorů) ve složkách kartézských souřadnic. K procvičení uvedených vztahů a lepší pochopení jejich geometrické interpretace slouží připojené interaktivní applety.

V druhé části kapitoly jsou stručně popsány některé další používané systémy souřadnic včetně appletu sloužícího k jejich lepší představě.

- **Násobení vektorů** – ve druhé kapitole nejvyšší úrovně je na základě příkladu momentu síly z kapitoly nižší úrovně vysvětlen vektorový součin vektorů a jeho základní vlastnosti včetně odvozené souvislosti s plochou rovnoběžníku určeného násobenými vektory. Připojený interaktivní applet opět umožňuje jasnější znázornění vektorového součinu při různých polohách vektorů a procvičení výpočtu výsledného vektoru ve složkách.

Druhá část kapitoly objasňuje pro doplnění tématu definici skalárního součinu vektorů a přibližuje na příkladu výpočtu práce možnosti jeho využití ve fyzice.

- **Hmotný střed** – poslední kapitola třetí úrovně opět navazuje na kapitolu nižší úrovně *Poloha těžiště* a přibližuje obecné vztahy pro výpočet hmotného středu libovolných těles.

V souvislosti s úvodním pokusem (hledání těžiště desky položením na tři prsty a jejich přibližováním k sobě) je ukázána souvislost mezi určením souřadnice výsledného těžiště více těles a souřadnice těžiště jediného tělesa rozděleného na malé části.

Na příkladu řešení polohy těžiště desky trojúhelníkového tvaru je ukázán přechod k infinitesimálnímu vyjádření plochy desky a způsob využití integrálního počtu k určení těžiště. Samostatná podkapitola přitom zjednodušeně přibližuje způsob řešení určitého integrálu. Další řešený příklad umožňuje procvičit si vysvětlený postup výpočtem polohy těžiště polokruhové desky. Výsledky zmíněných a podobných příkladů lze velmi snadno experimentálně ověřit například vyvážením desky na ostrém hrotu.

Nakonec kapitola zobecňuje vztahy pro výpočet souřadnic třírozměrného tělesa a komentuje rozdíl mezi pojmy *těžiště* a *hmotný střed*.

Všechny kapitoly třetí úrovně mají interdisciplinární charakter a lze je využít i v hodinách matematiky jako ukázky konkrétních aplikací matematických postupů.

Popsané kapitoly různých úrovní lze procházet (studovat) jednak „horizontálně“ – v jednotlivých barevně označených úrovních odpovídajících schopnostem žáků a studentů, jednak jsou kapitoly tematicky uspořádány tak, aby mohli zájemci sledovat jednotlivá témata „vertikálně“ – od první úrovně k nejvyšší. Druhý způsob může být vhodný například při opakování a procvičování, nebo pro zájemce z mimoškolního prostředí.

3.2.5 Ukázky kapitol

Pro lepší představu o uspořádání a funkci materiálu následuje podrobnější popis dvou kapitol různých úrovní obtížnosti s komentářem možností jejich využití při výuce. V materiálu jsou možnosti využití shrnuty v části *Náměty pro vyučující*.

Páka

Na začátku kapitoly první úrovně je fotografie nakladače rovnajícího dřevěné klády s otázkou, která část klády bude po rozříznutí v místě zavěšení těžší. Předpokládá se přitom, že kláda je při zavěšení vyvážená a zužuje se směrem k jednomu konci.

Úvodní motivační problém má navodit diskuzi o tom, co se bude nazývat pákou a za jakých podmínek bude vyvážená. Pokud někdo správně vysvětlí řešení úvodního problému, učitel ho může ohodnotit s tím, že se k řešení dostane ještě jednou po probrání příslušného tématu.

Místo odpovědi na úvodní problém je v pokračování stránky nabídnut odkaz na podkapitolu s interaktivním modelem páky, na niž lze zavěšovat různé počty závaží a sledovat, kdy bude vyvážená. Další podkapitola přináší návod na výrobu podobné velmi jednoduché páky ze špejle na provázku a kancelářských sponek jako závaží.

Ve škole může být použití jednoduché páky vyrobené ze špejle realizováno například jako frontální pokus žáků, při kterém sami odhalují a ověřují vztah pro rovnováhu na páce. Interaktivní applet může učitel využít pro rychlé a názorné shrnutí zjištěných vztahů i pro jejich rychlé procvičování. Reálný model páky může být využit

také pro jednoduché ověřovací laboratorní cvičení, nebo domácí praktické cvičení se zpracováním výsledků.

Páka

Představte si pokácený kmen stromu (postupně se zužující směrem ke špičce) zavěšený ve vodorovné poloze na překládacím jeřábu (kmen je tedy vyvážen). Kmen nyní rozřízneme v místě zavěšení na dvě části.

Která část bude těžší? Nebo budou obě stejně těžké?

Asi je vám jasné, že uvedený problém nějak souvisí s takzvanou rovnováhou na páce, o které jste už určitě alespoň něco zaslechli. Pojďme si tedy připomenout, co vysvětluje tento jeden z vůbec prvních matematicky formulovaných fyzikálních zákonů.

Pohrajte si s počítačovým **modelem páky**, která se může volně otáčet kolem svého středu a na ní lze zavěšovat do různé vzdálenosti stejná závaží.

Co musí platit pro závaží aby byla páka v rovnováze - tj. nepřeklápěla se?

Pokud nevěříte virtuálnímu modelu (naprogramovat se dá cokoliv) vyrobte si vlastní jednoduchou páku a ověřte si své názory v reálných, nefingovaných podmínkách. **Návod**

Pověsíme-li na opačné strany páky po jednom závaží, je situace poměrně jednoduchá. Stejně těžká závaží musí být stejně daleko od osy otáčení, aby byla páka v rovnováze. Jestliže je jedno ze závaží těžší, musíme jej posunout blíže k ose otáčení. Snadno se přesvědčíme, že dvakrát těžší závaží na jedné straně musí být v poloviční vzdálenosti od osy, než závaží na druhé straně, třikrát těžší závaží musí být třikrát blíže, čtyřikrát těžší čtyřikrát blíže (ve čtvrtinové vzdálenosti) a tak dále.

Matematicky to můžeme vyjádřit jednoduchou rovnicí

$$F_1 \cdot d_1 = F_2 \cdot d_2$$

Obrázek 3. 9: Začátek stránky kapitoly Páka

Další část kapitoly shrnuje zjištěný vztah pro rovnováhu na páce v matematické podobě, dává ho do souvislosti s dříve probíraným momentem síly a ukazuje jeho praktické využití na jednoduchém příkladu zatěžování rukojetí stavebního kolečka. Samostatný odkaz potom v novém okně zobrazí dalších devět jednoduchých příkladů pák, u kterých se mají doplnit chybějící velikosti sil, nebo vzdálenosti od osy otáčení. Správná řešení se zobrazí po kliknutí opět v novém okně.

Po vysvětlení vztahu pro rovnováhu na páce a příkladech na procvičení následuje na stránce odkaz na řešení úvodního problému s kladou. Řešení, které se zobrazí v novém okně, je doplněno návodem na jednoduchý pokus, kterým se lze o správnosti teoretického zdůvodnění snadno přesvědčit prakticky.

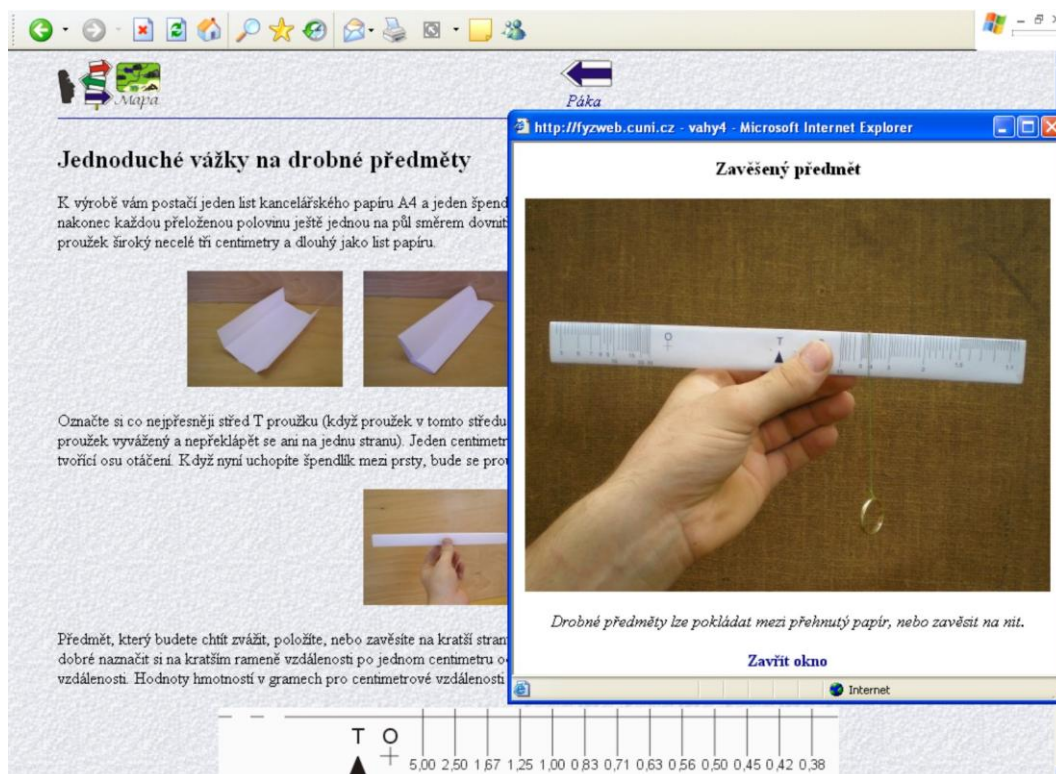
Další komentovaný odkaz vede na podkapitulu zabývající se praktickým využitím páky. Jsou zde rozlišeny případy, kdy se páka využívá ke zvětšování síly, zvětšení rychlosti pohybu, prodloužení ramene, nebo ke změně směru síly. Podle fotografií si mohou zájemci například sestavit různé druhy kladkostrojů (s využitím stavebnice Merkur, nebo jiných kladek) a zkoumat princip jejich funkce.

Téma podkapitoly může být využito kromě klasické výuky například jako námět na samostatný miniprojekt, ve kterém žáci vyhledají, popíší funkci a vhodně prezentují různé pákové mechanismy, které se skrývají v předmětech denní potřeby.

Poslední podkapitola, na niž vede odkaz v závěru stránky, přináší návod na výrobu a použití velmi jednoduché váhy z jednoho listu kancelářského papíru a špendlíku. Špendlík zapíchnutý mimo střed proužku složeného z listu papíru tvoří osu otáčení

nerovnoramenné váhy. (Námět na pokus je se svolením autora Z. Poláka převzat z [81].) Podkapitola vysvětluje, proč a jak lze ze vzdáleností středu papíru a drobného váženého předmětu od osy otáčení určit hmotnost předmětu. Součástí je také šablona, po jejímž vytištění lze získat hotovou váhu se čtyřmi připravenými stupnicemi hmotností pro různé vzdálenosti špendlíku od středu proužku papíru.

Námět podkapitoly lze ve škole využít například při realizaci jednoduchého laboratorního cvičení na vážení vybraných drobných předmětů (mincí, šperků apod.) s procvičením vztahu pro rovnováhu na páce. Vytisknuté váhy s hotovými stupnicemi hmotností potom mohou sloužit na procvičení odečítání hodnot na nestandardních (nelineárních) stupnicích, nebo pro rychlé praktické využití.



Obrázek 3. 10: Návod na výrobu vážek a fotografie vážek se stupnicemi

Na úplném konci kapitoly je stejně jako u ostatních hlavních kapitol odkaz na stručné shrnutí obsahu kapitoly, které se po kliknutí zobrazí v novém menším okně. Pomocí graficky označených odkazů v záhlaví a zápatí stránky je možné posunout se v základní úrovni o jednu kapitolu zpět nebo vpřed, přejít na volně navazující kapitolu vyšší úrovně (*O rovnováze*), nebo zobrazit navigační mapu materiálu.

Popis kapitoly s vysvětlením návaznosti na kapitoly vyšší úrovně byl publikován spolu s jinými příklady v [82].

Kroutivý moment

Druhá kapitola prostřední úrovně začíná fotografií a krátkým videoklipem demonstrujícím chování „kouzelné“ krabičky. Krabička od kinofilmu je zavěšena na jediném vlákně, které prochází skrz ni. Při zatáhnutí za nit pod krabičkou se krabička posune nahoru, při povolení klesá dolů. Otázka vyzývá k zamyšlení nad tím, co by se mohlo skrývat v krabičce.

Úvodní motivační problém s krabičkou může být ve škole představen například hodinu před plánovaným probíráním učiva o momentu síly a jeho vyřešení zadáno jako dobrovolná úloha na doma. Pokud potom někdo přijde se správným řešením, které spočívá v použití dvou spojených hřidelí o různém průměru, na které jsou navinuty nitě v krabičce, může to být využito pro zavedení diskuze o momentu síly. Pokud na řešení nikdo nepříjde, lze se k problému vrátit ještě jednou po probírání příslušného tématu momentu sil, které bude sloužit jako nápověda.

The screenshot shows a web browser window displaying a page about torque. The page title is "Krouťivý moment". The main text asks if the reader wants to impress their friends with a magic box that can move up or down. It then introduces the concept of torque and provides a diagram of a wrench with a force vector F and a distance vector d . The formula $M = Fd$ is shown. A video player is embedded on the right, showing a hand turning a door handle. The browser's address bar shows the URL <http://fyzweb.cuni.cz/dlina/sily/mom...>

Obrázek 3. 11: Začátek kapitoly Krouťivý moment se spuštěným videem

Po úvodním problému dává kapitola do souvislosti používané pojmy *krouťivý moment* a *točivý moment* s momentem síly probíraným kvalitativně v příslušné kapitole základní úrovně a zavádí vztah pro jeho velikost. Samostatná podkapitola se potom jako rozšiřujícím tématu věnuje otázce točivého momentu a výkonu motorů automobilů a motocyklů s využitím konkrétních grafů a příkladů. Další podkapitola přináší návod na změření krouťivého momentu zápěstí pomocí paličky na maso (případně velkého kladiva) a kbelíku s vodou jako závaží (případně s mincířem místo závaží).

Obsah podkapitoly o točivém momentu a výkonu motoru může být využit například jako úvodní informace k přípravě referátu s vyhledáním dalších vhodných zdrojů. Určení krouťivého momentu zápěstí lze realizovat jako jednoduché praktické domácí cvičení s popisem výsledků a závěrů.

V další části kapitoly je na příkladu povolování a utahování uzávěru lahve objasněn směr vektoru momentu síly a řešeny úlohy na určení momentu síly, kterým je namáhána osa pedálů jízdního kola, a určení síly napínající řetěz. Některé veličiny je přitom potřeba vyčíst z fotografie. Samostatná podkapitola potom přibližuje princip funkce a využití momentových klíčů a šroubováků.

Praktické aplikace momentu síly u momentových utahovacích nástrojů mohou být opět zpracovány formou krátkého referátu s přehledem takových nástrojů, popisem jejich funkce a použití.

Poslední část kapitoly se věnuje celkovému momentu působení více sil a momentové větě. Určení celkového momentu více působících sil je rozebráno opět na příkladu namáhání osy pedálů jízdního kola, ale se započítáním silového působení obou nohou. Při formulaci momentové věty je v poznámce komentována otázka rovnoměrného rotačního pohybu a změny rotačního pohybu tělesa. Interaktivní model páky se siloměrem na jedné straně, měnitelným závažím na druhé straně a volitelnými délkami ramen, se s popisem ovládání a možnostmi použití zobrazí v další podkapitole.

Interaktivní applet může sloužit pro rychlé zadávání a ověřování jednoduchých příkladů na aplikaci momentové věty.

Řešení úlohy s momentem dvou sil

Síla F_1 o velikosti 250 N otáčí pedály doprava a její moment tak podle pravidla pravé ruky míří rovnoběžně s osou směrem od nás (doleva ve směru jízdy kola). Druhá síla F_2 o velikosti 100 N se snaží otáčet pedály opačným směrem a její moment má proto opačný směr - k nám (doprava ve směru jízdy kola). Výsledný moment M namáhající osu šlapák je tedy roven rozdílu momentů sil F_1 a F_2 a má směr většího z nich. S ohledem na délku pák šlapák $l = 18$ cm a úhly α a β , které svírají síly s pákami, můžeme zapsat velikost výsledného momentu jako:

$$M = F_1 l \sin \alpha - F_2 l \sin \beta$$

Pro zadané hodnoty a velikosti úhlů $\alpha = 65^\circ$, $\beta = 45^\circ$ změřených z fotografie vychází velikost výsledného momentu přibližně $M = 28$ N.m. Velikost momentu nám vyšla kladně, což znamená, že výsledný moment sil má stejný směr jako moment první síly - rovnoběžně s osou pedálů směrem doleva ve směru jízdy kola.

Zavřít okno

Vyzkoušejte si pomocí **appletu**, za jakých podmínek bude r...

Víte už, co by se mohlo skrývat v kouzelné krabičce z úvodní stránky? Jste vyrobít.

Sh...

Mapa O vektorech Co dokáže síla

Velikosti jednotlivých momentů závisí na kolmé vzdálenosti sil od osy pedálů.

Obrázek 3. 12: Řešení úlohy s kolem na pozadí závěru stránky

Na konci kapitoly je odkaz na popis konstrukce a vysvětlení chování „kouzelné“ krabičky z úvodního motivačního problému a odkaz na stručné shrnutí kapitoly.

3.3 Technické řešení materiálů

Webové stránky vytvořených materiálů měly být podle původního záměru maximálně jednoduché, aby byly přehledné a umožňovaly bezproblémový chod v různých prohlížečích a při nižších rychlostech připojení k internetu.

Vývojově nejstarší materiál *Srážky a rotace* byl dokonce původně koncipován jako textový dokument a až poté převáděn do hypertextové podoby, což se projevilo ve zbytečně složitém zdrojovém kódu. Také například veličiny zakreslené v obrázcích zde

proporcionálně neodpovídají velikosti písma textu. Obecně sloužil materiál *Kroužky fyziky na MFF UK* do jisté míry jako testovací pro vyzkoušení a ověření některých možností zpracování hypertextového dokumentu. Získaných zkušeností potom bylo využito při tvorbě materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*.

Rozdíly jsou patrné například ve způsobu otevírání jednotlivých oken a propojení stránek. V materiálu *Kroužky fyziky na MFF UK* jsou vzájemně propojeny pouze stránky šesti hlavních částí materiálu, jednotlivé projekty a pokusy se zobrazují v novém nezávislém okně, aby byl zachován jejich modulární charakter. Menší podkapitoly jednotlivých projektů se opět zobrazují v novém okně s jiným barevným pozadím, což mělo vést k tomu, aby se neztratila souvislost s hlavní stránkou. Na druhou stranu se takto už otevírá více oken najednou, což může vést k horší přehlednosti. Fotografie se po kliknutí na náhled zobrazují pomocí jednoduchého java scriptu v novém okně větší velikosti, do kterého ale nelze psát název a komentáře k fotografiím. Proto je popis fotografií uveden pouze v titulkovém okně, které se zobrazí při najetí myši na náhled.

Materiál *O silách nejen na Rapa Nui* využívá propojení hlavních stránek pomocí odkazů s grafickým označením. Menší podkapitoly se nezobrazují v novém okně, ale vede z nich odkaz zpět na hlavní stránku, eventuelně na celkovou mapu s obsahem. Tento způsob je zřejmě přehlednější a nevýhodný je pouze v tom, že při standardním zavření okna podkapitoly se zavře celý materiál, jak upozornili někteří uživatelé. Fotografie se otevírají jako nové stránky s oknem pevné velikosti, což je o něco náročnější na množství použitých souborů, ale umožňuje to popis fotografií v okně. Drobné poznámky a komentáře se stejně jako u prvního materiálu taktéž otvírají pomocí java scriptu v novém okně pevné velikosti.

Velikosti fotografií a menších otvíraných oken jsou u obou materiálů upraveny tak, aby se zobrazily na celou plochu obrazovky při nejmenším uvažovaném rozlišení 800 na 600 pixelů. Jejich velikost je tak přijatelná i při pomalém připojení k internetu. S problematikou rozlišení je také spojena otázka pevné nebo pružné šířky stránek. Pevná šířka umožňuje vytvořit jednoznačný design stránek, na druhou stranu při šířce například necelých 800 pixelů vhodných pro nejnižší rozumně uvažované rozlišení je při použití velkého rozlišení případně širokoúhlého monitoru využita pouze malá část obrazovky. Protože stránky materiálů obsahují poměrně velké množství informací, byla u obou materiálů použita forma pružné šířky stránek podle velikosti okna s okraji.

Videa obsažená v materiálech byla pořízena dostupnou technikou – pomocí digitálního fotoaparátu, a jejich délka volena maximálně krátká, aby se při používaném formátu *mov* minimalizovala jejich datová velikost. Pokud není počítač uživatele vybaven přehrávačem k jejich zobrazení, může si ho stáhnout pomocí odkazu z internetu.

Rozlišení vektorových veličin od skalárních v materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* bylo v textu provedeno pomocí tučného písma. Důvodem byla skutečnost, že šipky nad písmeny jsou u malého písma na monitoru počítače nezřetelné, a navíc zvětšují odsazení řádků, což působí nepřehledným dojmem. V obrázcích jsou opět především z důvodu nízkého rozlišení obrázků vektorové veličiny značeny stejně – tučným písmem.

Kapitola 4

Hodnocení vytvořeného materiálu

Obsahem této kapitoly jsou výsledky hodnocení vytvořeného materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* jednak učiteli, kteří se měli možnost s materiálem seznámit, jednak žáky a studenty, kteří stránky přímo využívali jako studijní materiál.

4.1 Hodnocení učitelů

Dokončený materiál byl na jaře 2007 nabídnut především prostřednictvím adresáře projektu Heureka několika desítkám učitelů fyziky z různých druhů i stupňů škol v naší republice a na Slovensku. Učitelé se mohli k materiálu vyjádřit prostřednictvím zaslání dotazníku, jehož podoba je uvedena dále.

Celkem zaslalo kompletní hodnocení 10 učitelů, z toho dva učitelé ze ZŠ, dva odborníci připravující budoucí učitele fyziky na VŠ a ostatní – učitelé na SŠ a víceletých gymnáziích. Všichni zúčastnění dotazníkového šetření se aktivně věnují své profesi i nad rámec běžných povinností, mají většinou delší zkušenost s výukou fyziky a účastní se různých seminářů či konferencí pro učitele fyziky.

Je však třeba zdůraznit, že vzhledem k počtu získaných reakcí má hodnocení učitelů spíše charakter kvalitativního výzkumu. Smyslem hodnocení je proto především odhalit a specifikovat hlavní nedostatky, které je třeba korigovat a silné stránky, které lze doporučit a dále rozvíjet.

Dotazník vytvořený pro učitele je rozdělen na tři části. V první úvodní části je několik dotazů přibližujících, na jakém druhu školy učitel(ka) učí a jaké má zkušenosti s multimediálními materiály při výuce.

Druhá hlavní část je tvořena sedmnácti otázkami, které se týkají hodnoceného materiálu a na které lze kromě případného slovního komentáře odpovídat číselným hodnocením na škále 1 – 5 (1 představuje nejnižší, tedy záporné hodnocení, 5 nejvyšší kladné hodnocení). Otázky jsou vytvořeny tak, aby v přiměřeném rozsahu pokrývaly pokud možno všechna hlavní hodnotící kritéria, která jsou popsána a komentována v kapitole *Hodnotící kritéria multimediálních materiálů*. Navíc byly do dotazníku zařazeny dva dotazy týkající se návodů na reálné pokusy v materiálu.

Třetí část dotazníku obsahuje několik závěrečných dotazů obecného charakteru a možnosti dalších poznámek a komentářů.

Kompletní dotazník je připojen jako příloha E.

4.1.1 Výsledky hodnocení učitelů

V první části dotazníku odpověděli téměř všichni dotázaní, že využívají pro výuku, minimálně ve fázi přípravy, nějakým způsobem informací z internetu – s využitím vyhledávačů, elektronických encyklopedií, nebo fyzikálních webů. Pět z deseti dotázaných uvedlo, že využívá při výuce fyzikálních appletů, z toho dva využívají i volně dostupné a komerční výukové materiály. Používání volně dostupných i komerčních výukových materiálů potom uvedli další dva dotázaní.

Aritmetické průměry hodnocení materiálu podle jednotlivých otázek ve druhé části dotazníku jsou uvedeny v tabulce 1. Kompletní výsledky hodnocení jednotlivých

dotázaných jsou přiloženy v souboru *hodnoceni_ucitelu.xls* na CD, které je součástí této práce.

Tab. 1: Průměrné hodnocení materiálu podle jednotlivých otázek

Otázka	Hodnocení
1. Celková orientace v materiálu	4,6
2. Zřejmost použití ovládacích prvků	4,9
3. Celkový design stránek	4,3
4. Srozumitelnost materiálu	4,5
5. Přiměřenost obsahu věku žáků	3,2
6. Využití motivačních prvků	4,3
7. Množství zařazených problémů a úloh	4,5
8. Množství zařazených multimediálních prvků	4,2
9. Propojení s praktickými aplikacemi	4,8
10. Potřeba návodů na experimenty v podobných materiálech	4,8
11. Množství a kvalita zařazených návodů na experimenty	4,0
12. Rozsah a kvalita doprovodné dokumentace	4,6
13. Využitelnost materiálu k výuce fyziky	4,7
14. Využitelnost materiálu jako celku	3,1
15. Využitelnost částí materiálu	4,8
16. Využitelnost k samostudiu	4,4
17. Potřeba dalších podobných materiálů	5,0

Z tabulky 1 je vidět, že celkově dopadlo hodnocení vybraných učitelů velmi příznivě.

Pouze u otázky 14 se objevil široký rozptyl odpovědí, který zahrnoval rovnoměrně všechny stupně hodnocení. Otázka zkoumala, zda učitelé předpokládají, že by materiál využili k výuce jako celek (hodnocení 5 znamenalo určitě ano, 1 – určitě ne), nebo pouze různé části. Výsledek ukazuje, že hodnotící učitelé by materiál zřejmě využívali různými způsoby (některé části, nebo jako celek), výsledek však může být podle doplňujících slovních komentářů ovlivněn potřebou podrobnějšího prostudování a vyzkoušení materiálu v praxi.

U hodnocení ostatních otázek byl rozptyl hodnocení malý a omezoval se většinou na dva, maximálně tři hodnotící stupně.

V otázce 5 se učitelé shodli na přiměřené náročnosti materiálu (hodnocení 1 zde znamenalo, že obsažené učivo je příliš jednoduché, 5 – příliš náročné).

Zajímavé je hodnocení zařazení návodů na reálné experimenty, které je u webových výukových materiálů velmi málo obvyklé (většinou jsou součástí podobných materiálů pouze interaktivní modely). Dotazovaní učitelé přitom pokládají za velmi důležité zařazení návodů na praktické činnosti, viz otázka 10, a dokonce by v materiálu uvítali podle komentářů k otázce 11 i jejich větší množství. Současně by však materiál podle otázky 8 mohl obsahovat i více multimediálních prvků.

S vysokou pravděpodobností by také nabídli materiál studentům jako zdroj k samostatnému doplnění výuky.

Všichni dotazovaní se nakonec shodli na tom, že by uvítali další podobné materiály pro výuku.

Ve třetí části dotazníku hodnotili učitelé nejdříve nejsilnější a nejslabší části materiálu. V odpovědích označili hodnotitelé nejčastěji materiál jako celkově povedený, z jednotlivých částí se v kladném hodnocení vícekrát objevila pouze mapa stránek jako

vhodný navigační nástroj, jako další nejpovedenější části preferoval každý něco jiného. Podobně při jmenování nejslabších částí materiálu se dotazovaní většinou nemohli rozhodnout, ze jmenovaných částí se žádná nevyskytla více než jednou.

S technickým provozem stránek neměli dotazovaní žádné problémy, mezi ostatními poznámkami a komentáři se objevilo kromě odkazů na některé překlepy a nepřesnosti několik inspirativních poznámek k možnému vylepšení stránek, jako jsou paralelní zpracování stránek do podoby vhodné pro prezentaci, nebo možnost jednoduchého stažení celého webu pro offline použití.

4.2 Hodnocení žáků a studentů

Téma Vlastnosti sil a statika tuhého tělesa jsem vyučoval podle vytvořeného materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* ve čtyřech různých třídách na Gymnáziu v Poličce.

Třída označená dále jako **2.P** představuje druhý ročník osmiletého gymnázia a téma sil a statiky tuhého tělesa zde bylo probíráno podle základní úrovně obtížnosti materiálu na začátku školního roku 2007/2008.

Třída **5.P** představuje pátý ročník osmiletého gymnázia a **1.A** paralelní první ročník čtyřletého gymnázia. V obou třídách byla látka zařazena jako úvodní téma do mechaniky na začátku školního roku 2007/2008. Uspořádání výuky přitom sledovalo prostřední úroveň obtížnosti s využitím první úrovně k opakování základních pojmů. Třída **5.P** měla navíc dřívější zkušenost s pracovní verzí materiálu z druhého ročníku svého studia.

Ve třídě označené **2.A** (druhý ročník čtyřletého studia) bylo učivo začleněno do obvyklého schématu výuky mechaniky v prvním ročníku čtyřletého učiva během školního roku 2006/2007. Kapitola *O vektorech* byla využita na začátku školního roku spolu s opakováním učiva ze základní školy podle kapitol základní úrovně. Ostatní kapitoly prostřední úrovně potom byly využity při probírání mechaniky tuhého tělesa v druhé půlce školního roku 2006/2007.

Kromě elektronického materiálu měli studenti k dispozici učebnici jako paralelní učební materiál, který byl ponejvíc využit jako zdroj dalších úloh na procvičení. Po probrání učiva a ověření získaných znalostí byl studentům předložen dotazník, ve kterém se mohli vyjádřit k elektronickému materiálu a některým charakteristickým výukovým prostředkům, které materiál prezentuje. Dotazník byl anonymní, aby se studenti nebáli psát i záporná hodnocení, a odevzdalo ho celkem 96 studentů ze čtyř jmenovaných tříd.

Struktura dotazníku je podobná jako u dotazníku pro učitele a jeho kompletní podoba je připojena jako příloha F.

V úvodní části jsou dotazy týkající se zkušeností s používáním multimediálních zdrojů při studiu.

Ve druhé hlavní části je šestnáct otázek, které se týkají hodnocení a používání materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* s třemi dotazy týkajícími se speciálně zařazení praktických činností. Na otázky hlavní části odpovídali studenti kromě možného slovního komentáře opět hodnocením na škále 1 – 5, kde 1 představuje nejnižší, tedy záporné hodnocení, 5 nejvyšší kladné hodnocení.

V závěrečné části dotazníku byl opět prostor pro zhodnocení nejpovedenějších a nejslabších částí a pro další poznámky a komentáře.

4.2.1 Výsledky hodnocení žáků a studentů

V úvodní otázce uvedlo 32% žáků **2.P**, že používají některé komerčně distribuované výukové programy na CD. U starších studentů bylo používání takových programů výrazně méně časté. Pouze ve třídě **1.A** uvedlo používání nějakého výukového programu 46% studentů, většinou se jednalo o konkrétní program na výuku českého jazyka. Z ostatních tříd uvedlo používání výukových programů pouze několik jednotlivců.

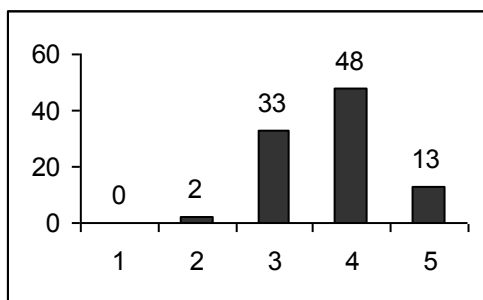
Naproti tomu většina studentů všech tříd (celkem 92%) uvedla, že používají alespoň občas jiné elektronické materiály prostřednictvím internetu. Nejčastěji jmenovali vyhledávání různých informací na webových stránkách a v elektronických encyklopediích k přípravě referátů, objasnění neznámých pojmů a vyhledávání doplňujících informací při opakování a přípravě na písemné práce a vyhledávání procvičujících úkolů.

Výsledky hodnocení podle druhé části dotazníku jsou shrnuty v následující tabulce. K jednotlivým otázkám je uveden aritmetický průměr číselných hodnocení v jednotlivých třídách a celkové průměrné hodnocení všech dotázaných. Kompletní výsledky hodnocení jednotlivých dotázaných jsou přiloženy v souboru *hodnoceni_zaku.xls* na CD, které je součástí této práce.

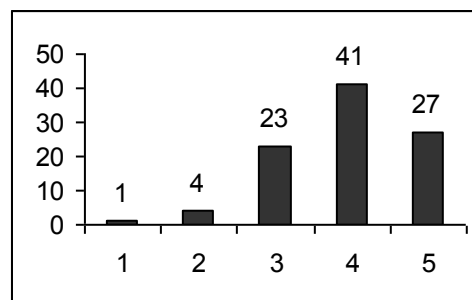
Tab. 2: Hodnocení materiálu O silách nejen na Rapa Nui studenty

Otázka	Hodnocení				
	2.P	5.P	1.A	2.A	Celkem
1. Celková orientace v materiálu	3,53	3,89	3,75	3,63	3,68
2. Zřejmost použití ovládacích prvků	3,87	3,74	3,93	3,84	3,85
3. Celkový design stránek	4,08	3,99	4,29	3,60	3,97
4. Srozumitelnost materiálu	3,87	3,82	3,85	3,40	3,71
5. Náročnost v porovnání s učebnicí	3,20	2,99	3,15	3,26	3,17
6. Využití motivačních prvků	4,06	4,09	4,13	3,78	4,00
7. Množství zařazených problémů a úloh	4,12	3,05	3,75	3,48	3,64
8. Množství zařazených multimediálních prvků	4,09	3,55	4,05	3,35	3,76
9. Propojení s praktickými aplikacemi	4,02	3,41	4,10	3,46	3,76
10. Potřeba reálných pokusů v podobných materiálech	4,73	4,47	4,72	4,83	4,71
11. Rozsah a kvalita doprovodné dokumentace	4,00	3,59	4,18	3,73	3,89
12. Používání materiálů oproti učebnici	2,90	3,08	3,33	2,69	2,98
13. Potřeba dalších podobných materiálů	4,78	4,65	4,58	4,55	4,64
14. Potřeba elektronických materiálů při výuce	4,27	4,29	4,81	4,68	4,54
15. Preference praktických problémů oproti úlohám	3,90	4,09	3,35	3,72	3,74
16. Preference prakt. projektů oproti domácím úlohám	3,42	3,71	3,13	3,92	3,55

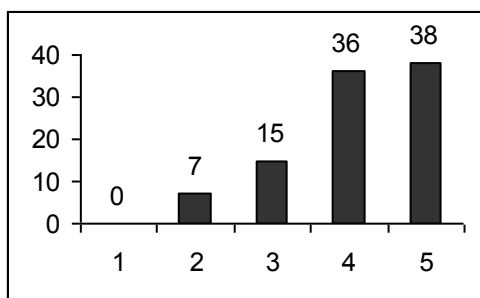
Pro podrobnější znázornění výsledků jsou dále zobrazeny histogramy hodnocení jednotlivých otázek všemi dotazovanými. Grafy znázorňují četnosti jednotlivých hodnotících stupňů pro každou otázku hlavní části. Neceločíselná hodnocení jsou přitom standardně zaokrouhlena na celé hodnotící stupně.



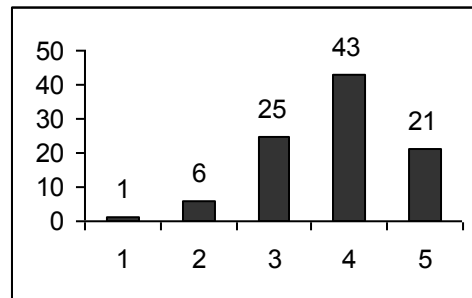
Graf 1: Celková orientace v materiálu



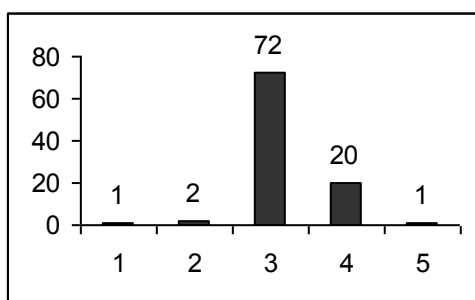
Graf 2: Zřejmost použití ovládacích prvků



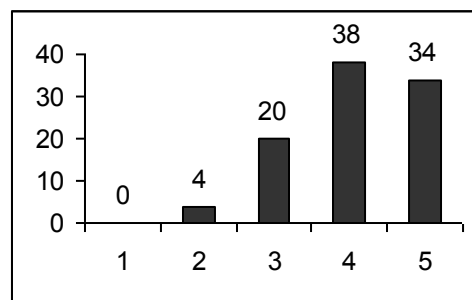
Graf 3: Celkový design stránek



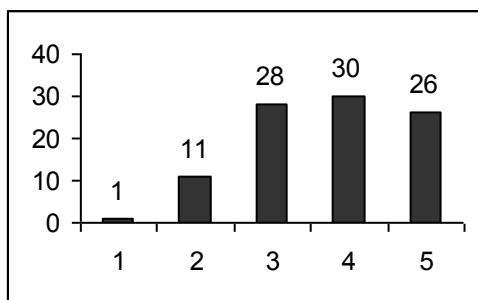
Graf 4: Srozumitelnost materiálu



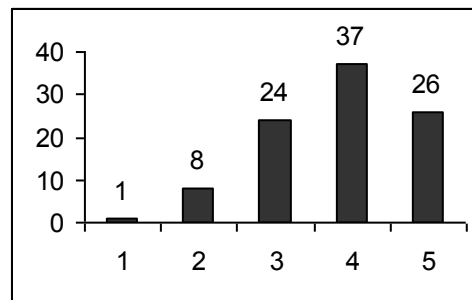
Graf 5: Náročnost v porovnání s učebnicí



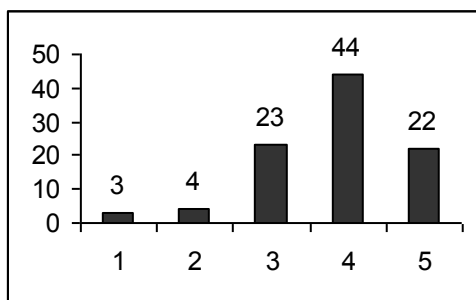
Graf 6: Využití motivačních prvků



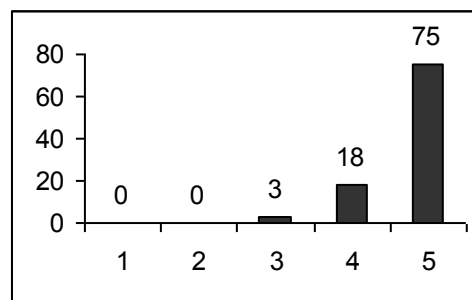
Graf 7: Množství zařazených problémů a úloh



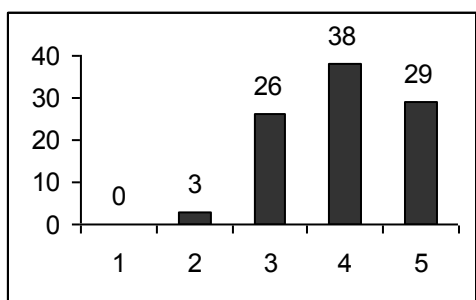
Graf 8: Množství multimediálních prvků



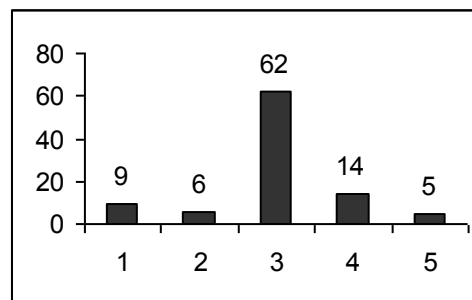
Graf 9: Propojení s praktickými aplikacemi



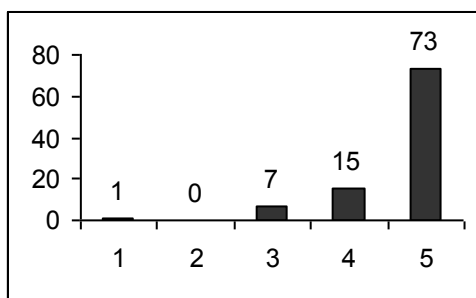
Graf 10: Potřeba reálných pokusů v podobných materiálech



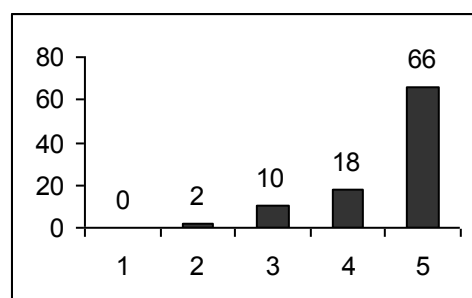
Graf 11: Rozsah a kvalita doprovodné dokumentace



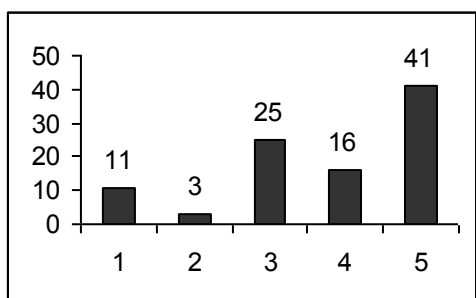
Graf 12: Používání materiálů oproti učebnici



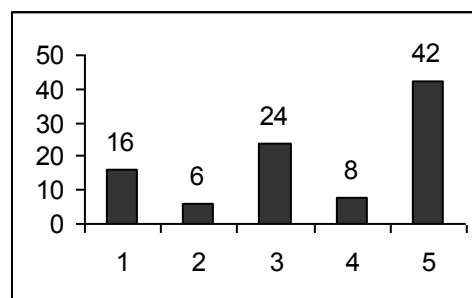
Graf 13: Potřeba dalších podobných materiálů



Graf 14: Potřeba elektronických materiálů při výuce



Graf 15: Preference praktických problémů oproti teoretickým úlohám ve škole



Graf 16: Preference praktických projektů oproti teoretickým domácím úlohám

Kromě hodnocení na číselné škále občas někteří studenti doplnili hodnocení i krátkým komentářem.

První tři otázky se týkají celkové stavby stránek, která je studenty hodnocena jako nadprůměrně, horší než průměrné hodnocení podali v těchto otázkách pouze dva, pět, respektive sedm studentů. Podle srovnání hodnocení prvních tří otázek by

dotazování zlepšili především orientaci v materiálu. Vybrané komentáře tuto část hodnotily například takto: „...patří k těm lepším stránkám...“, „...dobře udělané...“, „...mnoho věcí a mnoho odboček, kde se dá lehkou ztratit...“, „...obrázky, foto – dobré. S designem bych si možná trochu pohrála, ale je to asi zbytečné...“

Srozumitelnost materiálu byla hodnocena také poměrně dobře, někteří studenti v komentářích i při následných rozhovorech doplňovali, že je pro ně učivo fyziky obtížné obecně. Některé doplňující komentáře: „...srozumitelnost je asi dobrá, ale já to stejně pořádně nechápu...“, „...je to na mě bohužel moc chytré...“, „...dobré názorné ukázky, příklady...“

V otázce 5 porovnávali dotazovaní náročnost učiva v materiálu s náročností obdobného učiva v učebnici (hodnocení 1 znamenalo, že učivo v materiálu je příliš jednoduché, 5 – příliš náročné). Většina dotazovaných hodnotila náročnost jako přiměřenou, tj. srovnatelnou s učebnicí. Celkově byla náročnost jako o málo větší než náročnost daného tématu v učebnici. Jeden komentář to vystihuje takto: „...v učebnici je to víc polopaticky, webovky jsou na zamýšlení a to mně moc nejde...“

V množství zařazených prvků by studenti nejspíše uvítali větší množství problémů a úloh na procvičení. Podobně jako ve výsledcích hodnocení učitelů byla velmi vysoko hodnocena potřeba zařazení návodů na reálné experimenty i do elektronických výukových materiálů.

V otázce 12 uváděli dotazovaní využívání materiálů v porovnání s učebnicí (hodnocení 1 znamenalo používání pouze učebnice, 5 – pouze materiálů). Z výsledků vyplývá, že studenti nejčastěji používali oba zdroje současně. Někteří v následných rozhovorech dále uváděli, že díky používání materiálu ve škole a výpiskům z hodin už neměli takovou potřebu využívat materiál častěji doma.

Velmi vysoko hodnotili studenti také potřebu dalších podobných materiálů a využívání elektronických materiálů při výuce, což podle nich vede k oživení hodin a větší názornosti.

Hodnocení posledních dvou otázek vykazovalo největší rozptýlení odpovědí. Někteří studenti výrazně preferovali problémy vycházející z praktického experimentu a domácí úlohy zahrnující praktické činnosti (hodnocení stupněm 5), jiní preferovali teoretické slovní úlohy (hodnocení stupněm 1), případně obojí. V celkovém průměru potom převažovala potřeba problémů inspirovaných a doprovázených praktickými činnostmi.

V závěrečné části dotazníku studenti ve velké většině případů nedokázali rozhodnout o vyloženě dobrých a slabých stránkách materiálu a často jej hodnotili jako „celkově povedený“. Žádná část se nevyskytovala v hodnoceních vícekrát jako vyloženě povedená, nebo naopak slabá.

Z technických problémů se několikrát objevil pouze problém se spuštěním, který byl způsoben chybně opsanou složitou adresou pracovní verze.

4.2.2 Shrnutí hodnocení žáků a studentů

Z úvodních dotazů je zřejmé, že téměř všichni dotazovaní studenti jsou zvyklí využívat internet jako zdroj informací při studiu. Na druhou stranu mezi studenty není příliš rozšířené využívání samostatných výukových programů, a to i přes to, že k nim mají ve škole přístup. Používání výukových programů převažuje u mladších žáků a jde většinou o jednodušší komerčně distribuované programy v soukromém vlastnictví. Starší studenti využívají kvalitní ve škole instalované výukové programy především tehdy, pokud jsou k tomu „donuceni“ vyučujícím.

Z hodnocení dále vyplývá, že celková koncepce a podoba materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* je poměrně zdařilá, zlepšit by bylo potřeba především přehlednost materiálu, přestože navigační systém a mapa stránek byly studenty několikrát označeny za jedny z nejpovedenějších částí stránek. Studenti by také přímo v materiálu uvítali více úloh na procvičování.

Vysoko byla hodnocena potřeba začlenění praktických experimentů do výuky i do multimediálních výukových materiálů. Podobně byla vysoko hodnocena potřeba většího množství multimediálních materiálů a jejich využití při výuce.

Zařazení praktických činností do výuky fyziky i do domácí přípravy preferují někteří studenti více, někteří méně, v průměru ho vyžadují více než teoretické problémy a úlohy.

Kapitola 5

Zkušenosti s materiály a perspektivy dalšího rozvoje

V této kapitole jsou komentovány zkušenosti s používáním vytvořených materiálů včetně shrnutí jejich hlavního přínosu a rozebrány některé možnosti budoucího rozvoje materiálů a jejich širšího využití.

5.1 Materiály o kroužcích

Obecné zkušenosti a náměty na využití jednotlivých projektů a pokusů zpracovaných na základě činností v kroužku fyziky jsou popsány v části *Náměty pro učitele materiálu Kroužky fyziky na MFF UK* [62].

Kromě kroužků fyziky jsem zpracovaná témata (většinou opakovaně) využíval i při klasické výuce fyziky na gymnáziu. V následujícím textu jsou popsány konkrétní způsoby, jak byly jednotlivé projekty využívány.

Materiál **Srážky a rotace** jsem nejčastěji využíval při opakování a prohlubování učiva v maturitních seminářích z fyziky v podobě vybraných tematických celků. Takovými celky jsou například Hybnost, energie a jejich zachování; Energie rotujících těles; Neinerciální systémy; Keplerovy zákony; Setrvačníky... Podobné celky umožňují prohloubit standardní učivo mechaniky z prvního ročníku a ukázat souvislosti jednotlivých témat.

Některé pokusy, problémy a úlohy jsem potom používal také samostatně při výuce mechaniky v prvních ročnících k doplnění tématu, jako problémovou úlohu, nebo ukázkou praktické aplikace. Zájemcům jsem doporučil materiál jako doplňující studijní zdroj pro přípravu na olympiádu z fyziky.

Projekt **Vrhy v odporovém prostředí** jsem třikrát realizoval v rámci fyzikálního semináře, kdy studenti aktivně modelovali reálný vrh míčku a porovnávali výsledky s experimentem. Jeden ze studentů dokonce z vlastní iniciativy vytvořil k tématu interaktivní počítačový program na zobrazení a výpočet dráhy šikmého vrhu v odporovém prostředí.

Úloha s pádem člověka z letadla je vděčná problémová úloha při probírání pohybu těles v odporujícím prostředí.

Na základě projektu **Rozebírání PC komponent** vytvářeli studenti ve třetím ročníku krátké dobrovolné domácí projekty, ve kterých popisovali funkci některých zařízení denní potřeby od bimetalového teploměru, přes varnou konvici, počítačovou myš, klávesnici, nabíjecí adaptér atd. až po motocyklovou převodovku. Celkem se sešlo přibližně patnáct projektů tvořených rozebranou částí zařízení s popisem, které byly vystaveny ve školních vitrínách.

Projekt **Ohýbání špejlí** jsem opakovaně využíval jako námět na laboratorní cvičení zkoumání závislosti průhybu trámku na jeho geometrických parametrech a měření modulu pružnosti dřeva ohybem špejle. Zpracovaný projekt přitom sloužil studentům jako doplňující studijní materiál.

Přímo podle projektu **Hrátky s povrchovým napětím** jsem třikrát vyučoval téma povrchového napětí kapalin ve druhých ročnících. Jako laboratorní cvičení bylo potom úspěšně realizováno měření povrchového napětí odtrhovou metodou.

Dvě výše uvedená laboratorní cvičení (měření modulu pružnosti dřeva a měření povrchového napětí odtrhovou metodou) patří podle reakcí studentů v závěrech vytvářených protokolů a podle osobních rozhovorů k oblíbeným laboratorním cvičením, na která si vzpomínají i absolventi po delší době. Studenti na nich oceňují především to, že sami aktivně vytváří jednoduché pomůcky pro měření, což je nutí k lepšímu pochopení měřicí metody. Někteří studenti si dokonce z vlastní iniciativy doma měřili povrchového napětí dalších kapalin.

Námět projektu **Tepelné ztráty** byl opakovaně využit studenty ve druhých ročnících při tvorbě dobrovolného domácího projektu, ve kterém si navrhli vlastní dům, spočítali jeho tepelné ztráty, navrhli vhodný výkon topné soustavy a okomentovali výsledky.

I když je projekt zadáván jako dobrovolný, řeší ho obvykle většina třídy a v jeho závěrech oceňují především praktický námět, který je využitelný v běžném životě.

Projektu **3D fotografie a videa** jsem nejčastěji využíval jako motivačního praktického příkladu při probírání funkce očí a jejich schopností určovat vzdálenosti v optice. Příklady na využití polarizace světla jsem využíval při probírání vlastností elektromagnetického záření.

Pokusy inspirované projektem **Jak funguje mikrovlnná trouba** byly využívány nejčastěji při probírání vlastností elektromagnetického vlnění včetně určení jeho rychlosti a většinou byly kombinovány s referátem některého ze studentů na téma princip a výhody mikrovlnného ohřevu.

Jednotlivé samostatné **Pokusy** popsané v materiálu patří k vděčným a oblíbeným experimentům, které jsem opakovaně využil při výuce v klasických hodinách fyziky i ve fyzikálních seminářích.

Kromě využití ve výuce jsem měl možnost některé náměty z kroužků fyziky představit na našich a mezinárodních konferencích didaktiky fyziky, viz např. [64] – [68], [74], [75].

Projekty **Ohýbání špejlí**, **Vrhy v odporovém prostředí**, **3D fotografie a videa** a **Hrátky s povrchovým napětím** jsem také využil jako náměty na pracovní dílny pro učitele fyziky v rámci konferencí projektu Heuréka v letech 2003, 2004 a 2005, viz [69], [71]. Podle pozdějších osobních rozhovorů využili někteří účastníci dílen tyto náměty úspěšně při vlastní výuce. Na svých školách realizovali například laboratorní cvičení na měření modulu pružnosti dřeva a měření povrchového napětí, nebo připravovali vlastní projekt motivovaný náměty z dílny Hrátky s digitálním fotoaparátem [71].

Některé další náměty z kroužků fyziky jsem potom měl možnost využít také při vedení praktických projektů a kurzu fyziky během letních Soustředění mladých fyziků a matematiků, kterých jsem se účastnil v letech 2001 – 2005, viz [14].

5.1.1 Přínos materiálu

Vedle samotného obsahu vytvořeného materiálu, který představuje často originální, nebo nově zpracované náměty pro výuku fyziky vidím přínos materiálu i ve formě jeho

zpracování. Jednou z důležitých výhod elektronických hypertextových materiálů, která byla při tvorbě materiálu *Kroužky fyziky na MFF UK* využita, je možnost modulárního uspořádání jednotlivých nezávislých celků – například projektů. To umožňuje velkou variabilitu využití materiálů k různým účelům.

Za důležitou součást potom považují také doprovodnou dokumentaci pro uživatele (učitele, nebo studenty) která specifikuje různé způsoby využití. Ve vytvořeném materiálu byla tato dokumentace realizována jednak v rámci samostatných námětů k využití materiálu pro studenty a učitele, jednak poznámkami u jednotlivých projektů.

Další výhoda modulárního uspořádání spočívá v možnosti snadného rozšiřování materiálu o další projekty, pokusy, nebo jiné výukové celky.

5.1.2 Možnosti využití a dalšího rozvoje

Další rozvoj a tvorba podobných volně dostupných elektronických materiálů modulárního charakteru mohou být zvláště důležité v souvislosti s právě probíhající reformou českého školství. Ta totiž především poskytuje školám a učitelům větší volnost v uspořádání výuky a použití prostředků vedoucích k naplnění očekávaných výstupů daných oblastí a získávání klíčových kompetencí.

Mnozí učitelé tak mohou například během rozšiřujících hodin a seminářů z fyziky využít různých projektů, které naučí studenty jiným způsobům práce, ukáží provázanost jednotlivých oblastí fyziky a jejich praktických aplikací a v neposlední řadě posílí i mezipředmětové vztahy.

Ještě větší změnu by takový přístup jistě znamenal při základní (povinné) výuce fyziky. I zde může být účelné, efektivní a motivující naplňování očekávaných výstupů například formou komplexnějšího zkoumání vybraných praktických problémů namísto standardního „sledování učebnicových osnov“.

Vzhledem k tomu, že uvedený přístup ve zvýšené míře předpokládá využití méně tradičních strategií výuky, kritický přístup ke zdrojům informací a jejich tvořivé zpracování i plánování a organizaci pracovní činnosti žáky, podporuje konkrétně rozvíjení *kompetence k učení*, jak je charakterizována v [5]. Ve značné míře umožňuje uvažovaný přístup také rozvíjení *kompetence k řešení problémů*, protože trénuje kritický přístup k problému a k interpretaci jeho výsledků, uplatňování vhodných metod a dříve získaných vědomostí a dovedností při jeho řešení a otevřenost k použití různých postupů při jeho řešení, viz [5]. Konečně jsou žáci při uvažovaném přístupu vedeni také k rozvíjení *kompetence komunikativní*, s ohledem na to, že při něm velmi často používají odborný jazyk a vyjadřují symbolicky i graficky různé informace, učí se efektivně využívat moderní informační technologie a svou práci i její výsledky se učí jasně, srozumitelně a vhodným způsobem prezentovat v psaném nebo mluveném projevu, viz [5].

Příprava takového způsobu výuky, který bude skutečně kvalitní, je určitě náročná a předpokládá zajištění výměny potřebných zkušeností mezi učiteli. Jednou z vhodných a snadno dostupných forem takové výměny zkušeností je právě prezentace volně dostupných výukových elektronických materiálů.

V budoucnu bych se proto rád věnoval zpracování některých dalších námětů z kroužků fyziky (například rozsáhlejšímu tématu kmitání a vlnění, podle kterého jsem vedl fyzikální kurz při letním Soustředění mladých fyziků a matematiků v roce 2005, viz [14]), případně úpravy a dalším aktualizacím stávajícího materiálu. Jako první počiny v tomto směru se nám společně s Mgr. Jakubem Jermářem, který zajistil technickou realizaci překladu stránek, podařilo upravit a publikovat některé samostatné

náměty z kroužků fyziky s novým jednotným designem na portálu FyzWeb [3]. Jedná se konkrétně o materiály *Srážky a rotace* [82], *Tepelné ztráty* [84], *Jak funguje mikrovlnná trouba* [85] a *3D fotografie a videa* [86]. Hlavním záměrem samostatného publikování jmenovaných materiálů bylo zajistit zájemcům jednodušší a přehlednější přístup k daným materiálům a jejich snadnější vyhledání v nové verzi stránek FyzWeb.

5.2 Materiál O silách nejen na Rapa Nui

Dokončený materiál jako celek jsem testoval při výuce čtyř různých tříd, jedna představovala druhý ročník osmiletého gymnázia, odpovídající sedmému ročníku ZŠ, zbylé tři první ročník čtyřletého gymnázia. Jednotlivé náměty, které byly využity při tvorbě materiálu jsem však většinou již dříve v nějaké formě samostatně použil při výuce.

Ve dvou ze tříd prvních ročníků jsem podobně jako u mladších žáků z osmiletého gymnázia zařadil učivo vlastností sil a statiky tuhého tělesa (podle vytvořeného materiálu) jako úvodní téma do mechaniky před učivo o pohybu. U třetí ze tříd prvních ročníků jsem dodržel standardní uspořádání výuky mechaniky podle obsahu učebnice mechaniky pro gymnázia [87], v úvodu jsem využil pouze část o vlastnostech vektorů, ostatní učivo mechaniky tuhého tělesa jsem zařadil až po probrání kapitol Kinematika, Dynamika, Práce a energie a Gravitační pole.

Při rozhovorech se studenty jsem se přesvědčil, že téma statiky tuhého tělesa jim na úvod připadalo přijatelnější a jednodušší a také z něho dosahovali v průměru lepších výsledků než v učivu o pohybu, které je pro ně náročnější z matematického hlediska.

Další výhodou takového uspořádání je skutečnost, že operace s vektory jsou hned využity a procvičeny při skládání a rozkladu sil a výpočtů s momentovou větou. Pokud jsou operace s vektory probírány samostatně v úvodu mechaniky při rozlišení skalárních a vektorových veličin, studenti příliš nechápou jejich smysl a při pozdějším probírání mechaniky tuhého tělesa se je učí znovu od začátku.

Při výuce žáků druhého ročníku osmiletého gymnázia jsem využil kapitoly základní úrovně obtížnosti, u starších studentů jsem postupoval podle kapitol prostřední úrovně, základní úroveň přitom sloužila k rychlému zopakování důležitých pojmů a znalostí ze základní školy. Na procvičení byly navíc studentům nabídnuty další příklady z učebnice a sbírky příkladů. Nejvyšší úroveň jsem využil při výuce v maturitním semináři včetně výpočtů a ověřování polohy těžiště papírových desek různých geometrických tvarů.

Kromě využití ve škole jsem některé náměty z vytvořeného materiálu vhodné pro praktickou práci se studenty uspořádal do podoby pracovní dílny pro učitele, realizované v rámci konference projektu Heureka v roce 2006, viz [12].

5.2.1 Přínos materiálu

Hlavní přínos vytvořeného materiálu v porovnání s klasickými učebnicemi vidím ve třech základních rysech.

Prvním z nich je využití výhod hypertextového dokumentu, který umožňuje rozdělení učiva do více úrovní obtížnosti, strukturování s využitím podkapitol a poznámek s doplňujícím, rozšiřujícím a shrnujícím obsahem, zařazení metodických poznámek a komentářů a logické propojení všech částí materiálu.

Kromě potřeby přehledné struktury a navigace v takovém materiálu jsem se setkal s názorem, že dělení na více úrovní obtížnosti může demotivovat především mladší uživatele, kteří si budou prohlížet i kapitoly obtížnější úrovně, kterým

neporozumí. Na druhou stranu je materiál určen nejen pro školní využití a i mladší žáci se často ptají na podrobnější vysvětlení různých jevů a zákonitostí, což skýtá možnost osobního rozvoje potřebného především u nadaných žáků. Zde je zřejmě důležitá role učitele, který při doporučení materiálu žákům zdůrazní, které části jsou pro ně primárně určeny, i když je to v materiálu rozlišeno a komentováno. V praxi jsem se zatím ze strany studentů nesetkal s tím, že by měli s rozlišením úrovně obtížnosti problémy.

Dalším charakteristickým rysem je volnější styl výkladu, postavený na hledání odpovědi na motivační problémy a doplňující otázky, nebo zkoumání experimentů a praktických aplikací. Cílem bylo vyhnout se rychlým jednoznačným definicím a závěrům, které se studenti snadno, ale bez většího užitku, naučí, a vyvolat potřebu přemýšlet nad problémy. Z našich současných učebnic fyziky se takovému pojetí pravděpodobně nejvíce blíží učebnice pro základní školu od M. Macháčka, například [88], výklad na základě rozboru praktických problémů je velmi dobře zpracován v anglické učebnici [17].

I když studenti považují styl výkladu postavený na zkoumání praktických problémů většinou za náročnější kvůli potřebě větší angažovanosti, shodují se na tom, že je pro ně zajímavější a přínosnější.

Třetí charakteristický rys vytvořeného materiálu spočívá v zařazení konkrétních návodů na experimenty a praktické činnosti do materiálu a v jejich přímém propojení s obsahem materiálu i virtuálními interaktivními modely. U dostupných multimediálních výukových materiálů bývají v drtivé většině případů používány pouze virtuální experimenty reprezentované počítačovými programy.

Potřebu reálných experimentů a praktických činností při výuce fyziky přitom zdůrazňují jak vyučující (viz například závěry workshopu *Webphysics for the Classroom* organizovaného v rámci mezinárodního festivalu *Physics on Stage* [76]), tak je pokládají za důležité studenti, jak vyplývá z odpovědi na dotazník k vytvořenému materiálu.

Také zkušenosti z výuky dokládají, že užití reálných experimentů nemá pouze funkci oživení hodiny. Jako konkrétní příklad lze uvést zkoumání rozkladu síly na dvě rovnoběžné složky. Při teoretickém rozboru studenti dokáží poměrně snadno přijmout lineární vztahy pro velikosti složek v závislosti na vzdálenosti od rozkládané síly a používat je v jednoduchých příkladech. Pokud byly dané závislosti zkoumány experimentálně – na základě sledování zatížení dvou vah, jak je popsáno v materiálu, vždy si někteří studenti všimli, že sledované hodnoty neodpovídají zcela přesně odhadované závislosti. To následně vedlo k diskusi o přesnosti reálných měření a hlubšímu pochopení vztahů mezi fyzikálními zákony, modelem a reálným jevem.

Jiným dokladem z mé vlastní zkušenosti jsou výsledky písemného opakování učiva. Především úlohy, které byly procvičovány na základě praktických činností (například úlohy o rovnováze v systému více pák motivované přípravou pokusů s krabičkami na špejlích, nebo úlohy na výpočet polohy těžiště procvičené při praktickém cvičení s plastelínovými kuličkami a špejlemi) dopadly výrazně lépe, než obdobné úlohy ve třídách, kde byly příslušné zákony popsány pouze teoreticky. Zatímco ve třídách, kde byly úlohy trénovány pouze teoreticky byla úspěšnost studentů v těchto úlohách vesměs menší než 50 %, ve třídách, kde byly obdobné úlohy řešeny v součinnosti s praktickými činnostmi, byla průměrná úspěšnost studentů v těchto úlohách při písemném opakování přibližně 80 % – 90 %.

Obdobně jako u materiálu *Kroužky fyziky na MFF UK* umožňuje zvolená koncepce materiálu rozvíjet u žáků do velké míry především *kompetence k učení*, *kompetence k řešení problémů* a *kompetence komunikační*, jak jsou charakterizovány například v [5].

V porovnání s profesionálními elektronickými výukovými programy, které jsou u nás dostupné, lze bez ohledu na obsah a kvalitu zpracování (která bude u profesionálních programů jistě vyšší) jmenovat dvě hlavní výhody volně dostupných webových materiálů.

První výhodou je samotná snadná dostupnost webových materiálů. Nejenom že pořizování profesionálních programů může být pro mnohé studenty finančně náročné, ale především mají v dnešní době prakticky všichni studenti přístup k internetu a jsou zvyklí užívat ho jako pracovní nástroj. V tomto smyslu jsou pro ně webové aplikace přirozenějšími zdroji informací než speciální software, jak dokládají i výsledky dotazníku, který je součástí této práce.

Druhou výhodou webových materiálů lze spatřovat v možnostech mnohem snazších úprav a aktualizací takových materiálů. Toho lze využít k tvorbě a rozšiřování databází dalších úloh, problémů, nebo aplikací a zařazení aktualizovaných odkazů na jiné zdroje informací.

Této výhody jsem dosud využil například ke korekcím některých pasáží a odstranění nejasností, na které jsem byl upozorněn studenty a učiteli, kteří se s materiálem seznámili. V budoucnu bych rád materiál dále doplňoval a rozvíjel, viz možnosti dalšího rozvoje popsané v další kapitole. Celý materiál *O silách nejen na Rapa Nui* byl také podobně jako materiál *Srážky a rotace* s pomocí Mgr. Jakuba Jermáře publikován i v nové, graficky jednodušší verzi na portálu Fyzweb, viz [89]. Nové zpracování materiálu, jehož střízlivější podoba může některým uživatelům více vyhovovat, umožňuje například jednodušší sledování počtu přístupů na dané stránky. Za prvních šest měsíců provozu od dubna 2008 do října 2008 bylo zaznamenáno celkem přes 1800 přístupů, přičemž v prázdninových měsících byl počet přístupů asi 3,5 krát nižší než během školního roku. Uvedené přístupy lze považovat z velké míry za přístupy náhodných návštěvníků, protože všechny odkazy v publikovaných příspěvcích stejně jako odkazy doporučované známým učitelům a mým studentům odkazovaly na původní verzi materiálu.

O reálném využití mnou vytvořených materiálů svědčí také občasné e-maily od neznámých učitelů a studentů, kteří například žádají o možnost využití částí materiálů ve svých projektech, nebo se radí o dalších problémech, které souvisí s tématy probíranými v materiálech.

5.2.2 Možnosti dalšího rozvoje

S ohledem na výše jmenované výhody webových dokumentů se objevují pestré možnosti dalšího rozvoje a využití vytvořeného materiálu.

V první řadě se nabízí možnost zpracování dalších témat podobným způsobem. V budoucnu bych na zpracovaný materiál například rád navázal popisem pohybu těles v souvislosti s pohybovými zákony. Učivo kinematiky a dynamiky bych se tak pokusil zpracovat společně – rozbořen praktických problémů působení sil na tělesa. Ve své učitelské praxi se totiž často setkávám s tím, že studenti mají problémy s využitím kinematických vztahů v úlohách z dynamiky a vnímají tyto dvě kapitoly bez vzájemných souvislostí.

Ještě bližším cílem, kterého bych rád dosáhl, je vytvořit k existujícímu materiálu jednodušší doplňující prezentaci pro interaktivní tabuli a doplnit materiál komentovanými odkazy na zajímavé webové stránky užitečné pro další studium.

Lákavým podnětem je potom také vytvoření rozsáhlejší elektronické učebnice fyziky s využitím zkušeností s vytvořenými materiály. Uspořádání do více úrovní

obtížnosti by umožnilo diferencované využití takové učebnice pro různé stupně škol a rozličné programy vzdělávání, koncepce postavená na zkoumání praktických a zajímavých problémů by se mohla stát vítanou alternativou ke klasicky uspořádaným učebnicovým dokumentům. (Přehledné shrnutí samotné fyzikální teorie by přitom samozřejmě mohlo být samostatnou součástí materiálu.) Cílené zařazení návodů na experimenty do struktury elektronické učebnice by přineslo konkrétnější představu o jejich didaktickém využití oproti většinové situaci, kdy jsou elektronicky publikovány pouze samostatné návody na pokusy s více či méně podrobnými poznámkami pro jejich využití ve výuce.

V porovnání s vytvořeným materiálem by bylo u uvažovaného rozsáhlejšího projektu elektronické učebnice potřeba vylepšit materiál především po technické stránce. Nezbytné by bylo mnohem širší využití prostředků pro programování HTML stránek (například jazyků JavaScript nebo PHP). Několik námětů na vylepšení je uvedeno v následujícím textu.

Pro přehlednou navigaci v rozsáhleším materiálu by bylo možné využít například lištu (případně boční rámec) s rozbalovacími roletkami odkazů na jednotlivé kapitoly a podkapitoly učebnice i všechny ostatní doplňující stránky. Lepší přehled o uspořádání učebnice by potom mohl zajistit navíc i obsah v grafické formě klikací mapy, která se osvědčila u vytvořeného materiálu.

Především u motivačních problémů, zajímavostí a popisu experimentů by bylo možno ve větší míře využít ozvučená videa, která budou s rychle se rozvíjejícími technologiemi přenosu dat brzy použitelná v reálném čase pro většinu uživatelů.

Rozsáhlejší učebnice by také vyžadovala samostatně „na míru“ naprogramované interaktivní applety (případně animace) pro konkrétní požadované účely.

Dalším vhodným rozšířením by bylo vytvoření databáze příkladů a interaktivních testových úloh na procvičení a zopakování daného učiva. Řešení některých motivačních a doplňujících problémů nebo úloh by potom mohlo být přístupné pouze pro registrované učitele, aby byli studenti více nuceni přemýšlet nad problémy sami a nezobrazovat hned automaticky jejich řešení. Za úvahu by jistě také stálo možné propojení s již existujícími elektronickými sbírkami příkladů, jako jsou [90], nebo [91].

Elektronická učebnice by potom mohla obsahovat i další užitečné součásti, jako je vyhledávání jednotlivých pojmů v materiálu, rejstřík pojmů a další souhrnné databáze – například pokusů, appletů, zajímavostí apod.

V samostatné části pro učitele by kromě metodických poznámek a pracovních materiálů mohla existovat i verze jednotlivých kapitol určená pro prezentaci pomocí datového projektoru nebo interaktivní tabule.

Pro technickou realizaci rozsáhlejšího dostatečně kvalitního projektu elektronické učebnice by bylo zřejmě potřeba spolupráce několika odborníků, především programátora a grafika.

Bohatým zdrojem inspirace pro takový projekt, především z pohledu propojení elektronické učebnice s klasickou tištěnou učebnicí, by jistě byla například v současné době vznikající řada interaktivních učebnic fyziky pro druhý stupeň ZŠ, kterou postupně vydává nakladatelství Fraus. Struktura a základní charakteristiky těchto učebnic jsou představeny například v [92].

Závěr a shrnutí

Ve své práci jsem se zabýval možnostmi využití elektronických multimediálních technologií při výuce fyziky. Konkrétně bylo mým cílem vyvinout a v praxi ověřit elektronický výukový materiál obsahově zaměřený na část fyziky, který by byl určen pro širokou cílovou skupinu uživatelů a vycházel jednak z požadavků hodnotících kritérií na multimediální materiály, jednak z principů úspěšných výukových teorií a v neposlední řadě z vlastních praktických zkušeností s výukou fyziky.

V úvodní části této práce jsem přiblížil charakteristiky a výhody tří výukových trendů, které lze podle závěrů citovaných studií považovat při správném používání za úspěšné a efektivní a které nejbližší odpovídají i mým osobním zkušenostem s výukou fyziky. Jedná se o takzvaný *Kontextový přístup k výuce*, dále o *Metodu řízeného objevování* a nakonec o využívání *Informačních a komunikačních technologií*. Propojení těchto tří přístupů a využití jejich výhod tvoří základní charakteristiku vytvořeného elektronického výukového materiálu, který je hlavní částí mé práce.

Náplň rešeršní části mé práce tvoří jednak shrnutí hodnotících kritérií dvou významných institucí, které se zabývají hodnocením multimediálních materiálů, a jednak přehled a základní charakteristika existujících volně dostupných elektronických materiálů určených pro výuku fyziky. Přes poněkud odlišný přístup obou institucí (amerického uskupení MERLOT a evropské skupiny EUPEN) k hodnocení multimedií se obě instituce shodují v hlavních požadavcích na kvalitní multimediální výukový materiál.

Tato kritéria jsem se snažil dodržet při vývoji vlastního materiálu a ve stručné podobě jsem je také zahrnul do dotazníku určeného pro učitele a studenty, kteří se měli možnost s vytvořeným materiálem seznámit. Rozsáhlou databázi MERLOT, která shromažďuje multimediální výukové materiály dostupné na internetu, jsem využil k porovnání s materiály vyhledanými dříve v rámci své vlastní rešerše.

Ze zjištěných skutečností především vyplývá, že kvalitních volně dostupných výukových materiálů z fyziky je nejenom v češtině, ale i anglickém jazyce poměrně malé množství. Naprostou většinu dostupných materiálů přitom tvoří samostatné počítačové applety, ucelenější výukové programy z nějaké oblasti fyziky jsou až na výjimky vytvářeny univerzitami nebo soukromými organizacemi pro soukromé, nebo komerční použití.

Volně dostupné výukové materiály přitom většinou využívají možností multimedií pouze v omezené míře. V češtině dostupné komerční programy postrádají přes technicky kvalitní zpracování především jasnou koncepci a pokyny pro jejich didaktické využití.

Vytvořením webových stránek *O silách nejen na Rapa Nui* jsem se pokusil ukázat jednu z možných podob volně dostupného výukového materiálu, který by splňoval v co největší míře náročné požadavky na takový dokument. Materiál popisuje část mechaniky (mechaniku sil a statiku tuhého tělesa) a je určen pro žáky a studenty základních a středních škol, učitele i ostatní zájemce o fyziku, což je umožněno modulárním uspořádáním ve třech úrovních obtížnosti a využitím výhod hypertextu k propojení různých částí materiálu.

Za hlavní přínos vytvořeného materiálu považuji kromě originálního zpracování tématu inovační propojení výhod multimediálního materiálu s návody a pokyny k experimentům a praktickým činnostem, které jsou integrální součástí výkladu a mají

napomoci k osvojení potřebných znalostí a dovedností. Dalším charakteristickým rysem je využití motivačních problémů a propojení teoretických poznatků s praktickými aplikacemi.

Materiál jako celek představuje jeden konkrétní možný způsob výuky daného tématu, k čemuž také obsahuje poznámky a didaktické komentáře pro vyučující. Využit lze samozřejmě také některé dílčí části materiálu k doplnění výuky vedené jiným způsobem, nebo je možné materiál využít při samostudiu k doplnění znalostí z fyziky.

Možnosti dalšího rozvoje materiálu jsou popsány v kapitole 5.2.2.

Zhodnocení vytvořeného materiálu mi poskytlo deset učitelů různých základních a středních škol, kteří byli ochotni materiál prostudovat, a dále potom žáci a studenti čtyř různých tříd Gymnázia v Poličce, které jsem vyučoval danou oblast fyziky podle osnovy dané materiálem a jimž sloužil vytvořený materiál jako studijní zdroj.

Rozbor hodnocení na základě vytvořených dotazníků je součástí této práce. Obecně lze říci, že materiál byl hodnocen ve všech dotazovaných kategoriích lépe než průměrně, většinu oblastí jako například kvalitu technického zpracování, množství zařazených úloh a interaktivních prvků, nebo srozumitelnost některých částí materiálu by bylo samozřejmě možné a vhodné dále zlepšovat. Z hodnocení studentů nejvýrazněji vyplývá, že by přivítali větší množství podobných výukových materiálů a že by takové materiály měly obsahovat návody na experimenty a praktické činnosti. Studenti také raději používají výukové materiály volně dostupné prostřednictvím internetu než komerční programy, přestože k nim mají volný přístup ve škole.

Nezanedbatelnou část mé práce tvoří také elektronický materiál zpracovaný na základě činnosti kroužků fyziky pro středoškolské studenty, které jsem vedl na MFF UK v Praze v letech 2001 – 2004. Kromě popisu programu kroužků a poznámek pro vedoucí kroužků, které mohou sloužit jako zdroj inspirace při přípravě podobných aktivit, obsahuje materiál některé vybrané realizované projekty a pokusy samostatně zpracované v modulární formě a rozsáhlejší studijní materiál *Srážky a rotace*. Využitelnost zpracovaných námětů jsem si kromě kroužků fyziky opakovaně ověřil při výuce fyziky na gymnáziu. Mnohé náměty podle osobních ohlasů úspěšně využili i jiní učitelé fyziky, kteří se s náměty seznámili v rámci různých konferencí zabývajících se didaktikou fyziky, kde jsem vytvořené materiály a použité náměty prezentoval. Seznam publikací z těchto konferencí je připojen v příloze A.

Vývoj materiálu *Kroužky fyziky na MFF UK* měl ještě jeden důležitý aspekt. Snahou při jeho tvorbě bylo získat zkušenosti s vývojem elektronických materiálů na podporu výuky fyziky a otestovat různé možnosti, které k tomuto účelu nabízí jazyk html. Získané zkušenosti pak byly využity při tvorbě následujícího materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*, který již byl pokročilejší i po technické stránce.

Hlavní cíle vytyčené v úvodu této práce jsem splnil vytvořením výukového materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*. Zvolená koncepce spočívající ve zkoumání fyzikálních dějů a zákonitostí řešením reálných motivačních problémů, propojení výhod elektronického multimediálního materiálu s reálnými experimenty a praktickými činnostmi a využití ukázek praktických aplikací umožňuje žákům a studentům rozvíjet ve velké míře především *kompetence kučení*, *kompetence k řešení problémů* a *kompetence komunikační*, jak jsou charakterizovány v [5].

Navíc jsem jako součást své práce vytvořil materiál *Kroužky fyziky na MFF UK*, který nese do velké míry obdobné charakteristické prvky jako materiál *O silách nejen*

na Rapa Nui, a který díky svému modulárnímu charakteru umožňuje různé způsoby jeho využití k doplnění výuky fyziky.

Oba vytvořené materiály je samozřejmě možné dále rozvíjet a vylepšovat. Mnohem spíše než nějaký ideální modelový příklad elektronického výukového materiálu proto představují příspěvek do diskuze o možnostech využití elektronických médií ve výuce fyziky a nabízejí konkrétní náměty v této oblasti, která dosud není příliš využívána, ale která bude jistě v blízké budoucnosti hrát důležitou roli při vývoji nových učebních materiálů.

Použitá literatura

- [1] KEKULE, Martina. Postoje žáků a studentů k přírodním vědám a technickým disciplínám. In *Školský vzdělávací a informační portál edu.cz* [online]. [cit. 16. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://www.edu.cz/portal/page?_pageid=95,10995&_dad=portal&_schema=PORTAL>.
- [2] GRECMANOVÁ, H.; DOPITA, M. Jaký je zájem žáků základní školy o přírodní vědy? *Učitelské listy* [online]. [cit. 16. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://ucitelske-listy.ceskaskola.cz/Ucitelskelisty/AR.asp?ARI=103077&CAI=2153>>.
- [3] *FyzWeb* [online]. Fyzikální web spravovaný pod záštitou KDF MFF UK v Praze [cit. 17. 8. 2008]. ISSN 1803-4179 Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cuni.cz/index/index.php>>.
- [4] JEŘÁBEK, Jaroslav. aj. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. Praha: VÚP, 2005. 92 s.
- [5] JEŘÁBEK, J.; KRČKOVÁ, S.; HUČÍNOVÁ, L. aj. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Praha: VÚP, 2007. 100 s. ISBN 978-80-87000-11-3.
- [6] *Science on Stage* [online]. Stránky evropského programu Science of Stage (dříve Physics on Stage) [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <http://www.esa.int/SPECIALS/Science_on_Stage/index.html>.
- [7] *DIDFYZ* [online]. Stránky konferencí DIDFYZ [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.didfyz.fpv.ukf.sk/>>.
- [8] *MPTL* [online]. Stránky dvanácté mezinárodní konference MPTL s odkazy na starší ročníky [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://mptl12.ifd.uni.wroc.pl/>>.
- [9] *GIREP* [online]. Stránky konferencí GIREP [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.pef.uni-lj.si/girep/>>.
- [10] *Veletrh nápadů učitelů fyziky* [online]. Archiv stránek 4. – 13. ročníku konference Veletrh nápadů učitelů fyziky [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/>>.
- [11] *Kroužek fyziky* [online]. Stránky kroužků fyziky na MFF UK v Praze [cit. 14. 4. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.krouzek-fyziky.ic.cz/>>.
- [12] *Projekt Heuréka* [online]. Stránky projektu organizovaného KDF MFF UK v Praze [cit. 14. 4. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://kdf.mff.cuni.cz/heureka/>>.
- [13] *Malá Hraštice* [online]. Stránky jarního soustředění pro budoucí učitele fyziky a spřízněné duše, organizovaného KDF MFF UK v Praze [cit. 14. 4. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://kdf.mff.cuni.cz/hrastice/main.php>>.
- [14] *Soustředění mladých fyziků a matematiků* [online]. Stránky letního tábora pro středoškolské studenty, organizovaného KDF MFF UK v Praze [cit. 14. 4. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://kdf.mff.cuni.cz/tabor/main.php>>.
- [15] BENNETT, Judith. *Teaching and Learning Science*. London: CONTINUUM, 2003. ISBN 0-8264-6527-7.

- [16] HALLIDAY, D.; RESNICK, R.; WALKER, J. *Fyzika: vysokoškolská učebnice obecné fyziky*. Přel. J. Obdržálek a kol. Brno: VUTIUM, PROMETHEUS, 2000. 1198 s. ISBN 80-214-1868-0 (VUTIUM), ISBN 81-7196-213-9 (PROMETHEUS).
- [17] COURT, H.; HILL, J. *Salters Horners Advanced Physics*. University of York, 2001. ISBN 0-435-62892-5.
- [18] PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování*. Přel. Š. Kovařík. Praha: PORTÁL, 2002. 380 s. ISBN 80-7178-681-0.
- [19] COX, Margaret. Information and communications technologies: their role and value for science education. In MONK, M. a OSBORNE, J. (ed.). *Good practise in science teaching*. Philadelphia: Open University Press, 2000. ISBN 0-335-20391-4.
- [20] *MPTL8* [online]. Stránky osmého ročníku mezinárodní konference MPTL [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/MPTL/>>.
- [21] *MERLOT* [online]. Stránky projektu MERLOT zabývajícího se tříděním a hodnocením on-line elektronických výukových materiálů [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.merlot.org/merlot/index.htm>>.
- [22] MASON, Bruce. *MERLOT Peer Reviews*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/MPTL/contributions/mason/criteria.html>>.
- [23] *EUPEN* [online]. Stránky evropské organizace EUPEN zabývající se fyzikálním vzděláváním [cit. 25. 10. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.eupen.ugent.be/index.php>>.
- [24] JODL, H., J. aj. *Report and Recommendations on Available Multimedia Material for Teaching Optics at School and at University Level*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/MPTL/contributions/jodl/paper_prag_eupen_corr.pdf>.
- [25] JODL, H., J. aj. *Report and Recommendations on Available Multimedia Material for Teaching Mechanics at School and at University Level*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://physik.uni-graz.at/MPTL9/proceedings/ProcSporkenMason.pdf>>.
- [26] JODL, H., J. aj. *Report and Recommendations on Available Multimedia Material for Statistical and Thermal Physics*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://pen.physik.uni-kl.de/w_jodl/MPTL/MPTL10/contributions/mathelitsch/Rep_Recom_Thermodyn_2005.pdf>.
- [27] JODL, H., J. aj. *Report and Recommendations on Available Multimedia Material for Electricity and Magnetism*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://titan.physx.u-szeged.hu/~mptl11/Proceedings/EPS_MERLOT_ElectMagFinal%5B1%5D.doc>.
- [28] RUSSELL, Dan. *Acoustics and Vibration Animations*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.kettering.edu/~drussell/Demos.html>>.

- [29] REDISH, E., F. *Activity Based Physics Thinking Problems in Mechanics*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.physics.umd.edu/rgroups/ripe/perg/abp/think/mech/>>.
- [30] CPEP. [online]. Stránky organizace CPEP (Contemporary Physics Education Projekt) obsahující materiály na podporu výuky Jaderné fyziky [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.cpepweb.org/>>.
- [31] GARCIA, A., F. *Fisica noc ordenador*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.sc.ehu.es/sbweb/fisica/default.htm>>.
- [32] FOWLER, Michael. *Galileo and Einstein*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://galileo.phys.virginia.edu/classes/109N/home.html>>.
- [33] *Glenbrook South Physics Home Page*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/phys.html>>.
- [34] FOWLER, Michael. *Modern Physics*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://galileo.phys.virginia.edu/classes/252/home.html>>.
- [35] LESURF, Jim. *The Scots Guide to Electronics*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://www.st-andrews.ac.uk/~www_pa/Scots_Guide/intro/electron.htm>.
- [36] NAVE, C., R. *HyperPhysics*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://hyperphysics.phy-astr.gsu.edu/hbase/hph.html>>.
- [37] GLADNEY, Larry. aj. *Interactive Textbook for PFP 96*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://dept.physics.upenn.edu/courses/gladney/mathphys/Contents.html>>.
- [38] OENOKI, Keiji. aj. *Learn Physics Today*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://library.thinkquest.org/10796/index.html?tqskip1=1&tqtime=0415>>.
- [39] DUNBAR, Brian. *Nasa Kids Club*. [online]. Ed. J. Wilson. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.nasa.gov/audience/forkids/kidsclub/flash/index.html>>.
- [40] JONES, J., D. *Physics 1 Online Course Outline*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.mcanv.com/p1outln.html>>.
- [41] GOLDMAN, M., V. aj. *Physics 2000*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.colorado.edu/physics/2000/index.pl>>.
- [42] ALWARD, J., F. *Physics 25/55 eLectures*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://sol.sci.uop.edu/~jfalward/physics25/lectures.html>>.
- [43] HENDERSON, Tom. *The Physics Classroom Tutorial*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.glenbrook.k12.il.us/gbssci/phys/Class/BBoard.html>>.
- [44] *Physics Tutorials*. [online]. On-line výukové materiály – Department of Physics, University of Guelph. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.physics.uoguelph.ca/tutorials/tutorials.html>>.
- [45] WHITLOCK, L., A. aj. *StarChild*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/StarChild.html>>.

- [46] FISHER, Diane. aj. *Space Place*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://spaceplace.nasa.gov/en/kids/>>.
- [47] NEMIROV, Robert. aj. *Black Holes and Neutron Stars*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://antwrp.gsfc.nasa.gov/htmltest/rjn_bht.html>.
- [48] ZOBEL, E., A. *Zona Land*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://id.mind.net/~zona/index.html>>.
- [49] *Physics for Beginners*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://physics.webplasma.com/physicstoc.html>>.
- [50] GREEN, Ron. *Physics Illuminations*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.rlgreene.org/Illuminations/html/IllumMain.html>>.
- [51] VLACHOVÁ, Magda. *Matematicko-fyzikální web - Fyzika*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://mfweb.wz.cz/fyzika/index.htm>>.
- [52] KÁŽA, J.; VLACHOVÁ, M. *Edutorium*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://www.techmania.cz/edutorium/index.php>>.
- [53] KEKULE, Jaromír. *Elektřina a magnetismus*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://lucy.troja.mff.cuni.cz/~tichy/elektross/>>.
- [54] REICHL, J.; VŠETIČKA, M. *Encyklopedie Fyziky*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzika.jreichl.com/index.php>>.
- [55] *Brána vědění: Fyzika 1, Fyzika 2*. [CD-ROM]. Praha: LANGMaster GROUP s.r.o., 2003. Výukový software pro SŠ a 2. stupeň ZŠ – komplet pro školy 2002 – 2003.
- [56] NOVOTNÝ, Z.; HOFMAN, L. *Fyzika zajímavě: Mechanika*. [CD-ROM]. Praha: Pachner, vzdělávací software, s.r.o., 2006. Výukový software pro SŠ a 2. stupeň ZŠ.
- [57] DVOŘÁK, L. a BROKLOVÁ, Z. (ed.). *Veletrh nápadů a informací pro fyzikální vzdělávání*. [CD-ROM]. Praha: PROMETHEUS, 2005. CD s příspěvky z prvních deseti ročníků konferencí Veletrh nápadů učitelů fyziky.
- [58] *Encyklopedie energie v 1.0*. [CD-ROM]. Tábor: Simopt, s.r.o., 1999. Multimediální software na CD.
- [59] SVOBODA, E.; SVOBODA, M.; HUBENĚK, J. *Otevřená věda regionům: Elektřina a magnetismus*. [DVD-ROM]. AV ČR, 2007. Interaktivní prezentace na DVD.
- [60] SVOBODA, E.; SVOBODA, M. Multimediální interaktivní program na DVD – Elektřina a magnetismus. In: DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2007, s. 165-167. ISBN 978-80-7196-352-3.
- [61] DROZD, Z.; DVOŘÁK, L.; NĚMEC, L.; SVOBODA, E. *Otevřená věda regionům: Světlo a zvuk*. [DVD-ROM]. AV ČR, 2008. Interaktivní prezentace na DVD.
- [62] JÍLEK, Miroslav. *Kroužky fyziky na MFF UK*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cuni.cz/dilna/krouzky/uvod/uvodni.htm>>.
- [63] JÍLEK, Miroslav. *O silách nejen na Rapa Nui*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cuni.cz/dilna/sily/uvod/uvodni.htm>>.

- [64] JÍLEK, Miroslav. Practical seminars for high school students interested in physics. In. *Physics on Stage 2 Project Summaries*. 2-6 April 2002 ESTEC, Noordwijk, The Netherlands. s. 65-66.
- [65] JÍLEK, Miroslav. Kroužek fyziky pro středoškolské studenty. In. SVOBODA, E. a DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 7: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2002, s. 164-167. ISBN 80-7196-254-6.
- [66] JÍLEK, Miroslav. Collisions and rotations – electronic study material for students interested in physics. In. ŠAFRÁNKOVÁ, J. (ed.). *WDS'03 Proceedings of Contributed Papers, Part III*. Praha: MATFYZPRESS, 2003, s. 681-685. ISBN 80-86732-18-5.
- [67] JÍLEK, Miroslav. Mimoškolská výuka fyziky pro SŠ studenty. In. ZELENICKÝ, L. (ed.). *Zborník referátov z 13. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2002*. Nitra: JSMF, PROTONIT, s.r.o., 2003, s. 200-204. ISBN 80-8050-581-0.
- [68] JÍLEK, Miroslav. Praktické projekty ve výuce fyziky. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 10: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2006, s. 166-169. ISBN 80-7196-331-3.
- [69] JÍLEK, Miroslav. Ohýbání špejlí. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Dílňy Heuréky 2003-2004: Sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha: PROMETHEUS, 2005, s. 32-37. ISBN 80-7196-316-X.
- [70] JÍLEK, Miroslav. Hrátky s povrchovým napětím. In. RUTOVÁ, N. a KOŠTÁLOVÁ, H. (ed.). *Kritické listy 22: čtvrtletník pro kritické myšlení ve školách*. Jaro 2006. Praha: o.s. Kritické myšlení, 2006, s. 36-38. ISSN 1214-5823.
- [71] JÍLEK, Miroslav. Hrátky s digitálním fotoaparátem. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Dílňy Heuréky 2003-2004: Sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha: PROMETHEUS, 2005, s. 91-94. ISBN 80-7196-316-X.
- [72] KRULAK, H. Brownian motion with a laser. In. *Physics Education*. Volume30, March 1999.
- [73] CARSON, S., R. An interactive pupil demonstration of the approach to dynamic equilibrium. In. *Physics Education*. Volume34, January 1999.
- [74] JÍLEK, Miroslav. Fyzika jako zážitek. In. ŠERYÝ, M. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 8: Sborník z konference*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2003, s. 104-109. ISBN 80-7040-647-X.
- [75] DVOŘÁK, L.; JÍLEK, M. Pokusy nejen pro letní tábory. In. KOLÁŘOVÁ, R. a PINKAVOVÁ, Z. (ed.). *Sborník ze semináře ve Vlachovicích 8.-11. 10 2003 „...aby fyzika žáky bavila...“*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003, s. 141-147. ISBN 80-244-0742-8.
- [76] *Physics on Stage 2: Workshop Reports*. [online]. April 2002, Noordwijk, NL. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://orientamento.fisica.unimi.it/documents/PoS2.pdf>>.
- [77] JÍLEK, Miroslav. Webové materiály na podporu výuky fyziky. In. HOLUBOVÁ, R. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky XI: Sborník z konference*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, s. 43-48. ISBN 80-244-1491-0.

- [78] JÍLEK, Miroslav. O silách nejen na Rapa Nui. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2007, s. 152-154. ISBN 978-80-7196-352-3.
- [79] DOWNIE, N., A. *Vacuum bazookas, electric rainbow jelly, and 27 other Saturday science projects*. Princeton: Princeton University Press, 2001, ISBN 0-691-00986-4.
- [80] JÍLEK, Miroslav. Několik nápadů nejen z kroužků fyziky. In. SVOBODOVÁ, J. a SLÁDEK, P. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky IX: Sborník z konference*. Brno: Paido, 2004, s. 20-24. ISBN 80-7315-087-5.
- [81] POLÁK, Zdeněk. Jednoduché pokusy. In. SVOBODA, E. a DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 7: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2002, s. 57-60. ISBN 80-7196-254-6.
- [82] JÍLEK, Miroslav. Webové materiály na podporu fyzikálních kroužků a výuky fyziky. In. ZELENICKÝ, L. (ed.). *Zborník referátov z 14. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2004*. Nitra: JSMF, PROTONIT, s.r.o., 2005, s. 184-190. ISBN 80-8050-810-0.
- [83] JÍLEK, Miroslav. *Srážky a rotace*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://fyzweb.cz/materialy/srazky_a_rotace/uvod.php>.
- [84] JÍLEK, Miroslav. *Tepelné ztráty*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=46>>.
- [85] JÍLEK, Miroslav. *Jak funguje mikrovlnná trouba*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=44>>.
- [86] JÍLEK, Miroslav. *3D fotografie a videa*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cz/clanky/index.php?id=41>>.
- [87] BEDNAŘÍK, M.; ŠIROKÁ, M. *Fyzika pro gymnázia: Mechanika*. Praha: PROMETHEUS, 2000. 288 s. ISBN 80-7196-176-0.
- [88] MACHÁČEK, Martin. *Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Praha: PROMETHEUS, 2003. 160 s. ISBN 80-7196-217-1.
- [89] JÍLEK, Miroslav. *O silách nejen na Rapa Nui*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <<http://fyzweb.cz/materialy/sily/uvod/uvodni.php>>.
- [90] KOUDELKOVÁ, Hana. *Sbírka příkladů z mechaniky*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Dostupné z WWW: <http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/materialy/mechanika_sbirka/>.
- [91] *Sbírka řešených úloh z fyziky*. [online]. [cit. 25. 8. 2008]. Elektronická sbírka ZŠ, SŠ a VŠ úloh vytvářená pod záštitou KDF MFF UK v Praze. Dostupné z WWW: <<http://kdf.mff.cuni.cz/vyuka/sbirka/mechanika/index.php>>.
- [92] RAUNER, K.; KOHOUT, V.; RANDA, M. Moderní trendy v učebnicích fyziky pro ZŠ. In. RAUNER, K. (ed.). *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3: Sborník z konference*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007, s. 19-32. ISBN 978-80-7043-603-5.

Přílohy

Příloha A

Seznam publikací

Publikace v odborných časopisech

JÍLEK, Miroslav. Hrátky s povrchovým napětím. In. RUTOVÁ, N. a KOŠŤÁLOVÁ, H. (ed.). *Kritické listy 22: čtvrtletník pro kritické myšlení ve školách*. Jaro 2006. Praha: o.s. Kritické myšlení, 2006, s. 36-38. ISSN 1214-5823.

Publikace ve sbornících z konferencí

1. JÍLEK, Miroslav. Practical seminars for high school students interested in physics. In. *Physics on Stage 2 Project Summaries*. 2-6 April 2002 ESTEC, Noordwijk, The Netherlands. s. 65-66.
2. JÍLEK, Miroslav. Kroužek fyziky pro středoškolské studenty. In. SVOBODA, E. a DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 7: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2002, s. 164-167. ISBN 80-7196-254-6.
3. JÍLEK, Miroslav. Mimoškolská výuka fyziky pro SŠ studenty. In. ZELENIČKÝ, L. (ed.). *Zborník referátov z 13. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2002*. Nitra: JSMF, PROTONIT, s.r.o., 2003, s. 200-204. ISBN 80-8050-581-0.
4. JÍLEK, Miroslav. Collisions and rotations – electronic study material for students interested in physics. In. ŠAFRÁNKOVÁ, J. (ed.). *WDS'03 Proceedings of Contributed Papers, Part III*. Praha: MATFYZPRESS, 2003, s. 681-685. ISBN 80-86732-18-5.
5. JÍLEK, Miroslav. Fyzika jako zážitek. In. ŠERÝ, M. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 8: Sborník z konference*. České Budějovice: Jihočeská univerzita, 2003, s. 104-109. ISBN 80-7040-647-X.
6. JÍLEK, Miroslav. Ohýbání špejlí. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Dílny Heuréky 2003-2004: Sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha: PROMETHEUS, 2005, s. 32-37. ISBN 80-7196-316-X.
7. DVOŘÁK, L.; JÍLEK, M. Pokusy nejen pro letní tábory. In. KOLÁŘOVÁ, R. a PINKAVOVÁ, Z. (ed.). *Sborník ze semináře ve Vlachovicích 8.-11. 10 2003 „...aby fyzika žáky bavila...“*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2003, s. 141-147. ISBN 80-244-0742-8.
8. JÍLEK, Miroslav. Několik nápadů nejen z kroužků fyziky. In. SVOBODOVÁ, J. a SLÁDEK, P. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky IX: Sborník z konference*. Brno: Paido, 2004, s. 20-24. ISBN 80-7315-087-5.
9. JÍLEK, Miroslav. Hrátky s digitálním fotoaparátem. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Dílny Heuréky 2003-2004: Sborník konferencí projektu Heuréka*. Praha: PROMETHEUS, 2005, s. 91-94. ISBN 80-7196-316-X.

10. JÍLEK, Miroslav. Webové materiály na podporu fyzikálních kroužků a výuky fyziky. In. ZELENICKÝ, L. (ed.). *Zborník referátov z 14. medzinárodnej konferencie DIDFYZ 2004*. Nitra: JSMF, PROTONIT, s.r.o., 2005, s. 184-190. ISBN 80-8050-810-0.
11. JÍLEK, Miroslav. Praktické projekty ve výuce fyziky. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 10: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2006, s. 166-169. ISBN 80-7196-331-3.
12. JÍLEK, Miroslav. Webové materiály na podporu výuky fyziky. In. HOLUBOVÁ, R. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky XI: Sborník z konference*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, s. 43-48. ISBN 80-244-1491-0.
13. JÍLEK, Miroslav. O silách nejen na Rapa Nui. In. DVOŘÁK, L. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky 12: Sborník z konference*. Praha: PROMETHEUS, 2007, s. 152-154. ISBN 978-80-7196-352-3.

Příloha B

Příklad výzkumu aspektů užití ICT

Charakteristika a hlavní výsledky jednoho rozsáhlejšího výzkumu aspektů užití ICT ve výuce provedená v roce 2001 British Educational Communications and Technology Agency, cit. podle [15].

Cíl výzkumu

Prozkoumat vztahy mezi úrovní využití ICT prostředků na středních školách a výsledcích v národních testech

Otázka

Do jaké míry souvisí výsledky žáků podobného socioekonomického zázemí v národních testech se školním vybavením prostředky ICT a jejich používáním?

Strategie a provedení průzkumu

Studie zahrnovala prohlídku 418 středních škol navštívených ve školním roce 1998/1999. Výsledky žáků v národních srovnávacích testech byly obdrženy od QCA (Qualification and Curriculum Authority) a byly doplněny daty z Ministerstva školství a práce (Department for Education and Employment).

Hlavní výsledky

Žáci nad čtrnáct let věku ze škol lépe vybavených prostředky ICT dosáhli v národních testech z angličtiny, matematiky a přírodních věd lepších výsledků než žáci ze škol hůře vybavených prostředky ICT. To se týkalo obou skupin z roku 1999 i 2000.

Žáci nad šestnáct let ze škol lépe vybavených prostředky ICT dosáhli v národních zkouškách lepších výsledků než žáci ze škol hůře vybavených prostředky ICT. To se také týkalo obou skupin – 1999 i 2000.

Žáci ze škol s podobným socio-ekonomickým zázemím dopadli lépe ve školách lépe vybavených prostředky ICT.

Žáci ze škol, kde byly pravidelně užívány prostředky ICT v hodinách přírodních věd a při matematice, dosáhli lepších výsledků než žáci ze škol, kde byly prostředky ICT užívány pouze občas.

Čím širší bylo využití prostředků ICT během celého vzdělávacího procesu, tím lepší byly výstupy žáků nad čtrnáct let v národních testech z angličtiny, matematiky a přírodních věd v národních testech a žáků nad šestnáct let v národních zkouškách.

Příloha C

Kritéria hodnocení multimediálních materiálů podle MERLOT

1. Kvalita obsahu

- a) Předkládá materiál věcně správné pojmy, modely a výsledky?
 - Pro materiály zabývající se výpočty: jsou číselná řešení správná a jsou v souladu s grafy a obrázky?
 - Pro materiály zabývající se kvalitativními úvahami: jsou závislosti správné (tj. zdvojnásobíme-li u lineární závislosti vstupní hodnoty, zdvojnásobí se i výstupní hodnoty)?
 - Jsou texty správné a přesné?
 - Používá se přesně definovaného fyzikálního zápisu a dohodnutých konvencí?
- b) Předkládá materiál důležité fyzikální pojmy nebo modely?
 - Zabývá se materiál klíčovými částmi fyzikálního vzdělávacího kurikula?
 - Jedná se o učivo, které je obtížné vyučovat nebo se učit?
 - Jedná se o učivo, které je nutné pro další studium obtížnější látky?
 - Je obsah unikátní, dosud nezpracovaný ve standardních databázích výukových materiálů?
- c) Pomáhá materiál rozvíjet koncepční porozumění fyzice?
 - Používají se v materiálu různé přístupy k jednomu problému?
 - Prezentuje materiál originální přístup ke zpracovanému problému?
 - Je materiál interaktivní, má student zpětnou vazbu? Uvidí, co se stane, jestliže změní vstupní parametry u problému?
- d) Používají se v materiálu efektivně obrázky a multimedia?
 - Jsou obrázky atraktivní?
 - Ilustrují obrázky a média efektivně fyzikální veličiny?
- e) Je materiál flexibilní?
 - Může být materiál používán k práci v mnoha různých fyzických systémech, nebo je použitelný jen k práci s jedním nebo několika málo fyzickými systémy?
 - Je možné nastavit počáteční stav systému a další důležité fyzikální parametry?
 - Je materiál modulární, tj. může být adaptován na různé fyzikální problémy?

2. Snadnost použití pro učitele a studenty

a) Funguje materiál pochopitelným způsobem?

- Je možno materiál zavést do standardního počítačového systému a spustit ho způsobem, který je pro zkušeného uživatele průhledný?
- Může být materiál používán studenty s různou znalostí práce s počítačem a webem?
- Jaká je očekávaná křivka osvojování znalostí pro studenty a školu?
- Ztratí se studenti v materiálu nebo budou zmateni při jeho používání?

b) Je obecný vzhled a rozvržení materiálu konzistentní a intuitivní?

- Je design atraktivní a láká studenty k tomu, aby materiál používali?
- Mají tlačítka, posuvníky a další prvky obvyklý význam a jsou funkční?
- Dají se vstupní a výstupní elementy snadno pochopit, je možné s nimi jednoduše pracovat?

c) Poskytuje materiál efektivní zpětnou vazbu?

- Jsou informace poskytovány způsobem, který je studentům důvěrně známý?
- Jsou informace poskytovány graficky?
- Je zpětná vazba okamžitá, probíhá v době, kdy uživatel pracuje s materiálem?

d) Je materiál dokumentován a je v něm obsažen návod k použití?

- Obsahuje materiál fyzikální vysvětlení, rovnice a odvození?
- Jsou dokumentace a instrukce vhodné a snadno pochopitelné?
- Je zde interaktivní nápověda?
- Je nutná technická podpora pro vyučující nebo studenty?
- Popsali autoři možné technické problémy, které se mohou při používání vyskytnout?

3. Možná efektivita materiálu jako výukového prostředku

a) Zlepšuje materiál schopnost učit se (u studentů) a vyučovat (u učitelů)?

- Demonstruje materiál efektivně fyzikální pojmy?
- Je materiál poutavý a zábavný?
- Povzbuzuje materiál studenty, aby věci zobecňovali nebo vytvářeli předpoklady?

b) Podporuje nebo používá materiál efektivní strategie učení?

- Podporuje materiál aktivní práci studentů?
- Pomáhá rozvíjet schopnost kritického myšlení?
- Je materiál vhodný pro skupinové projekty?
- Podporuje materiál vlastní objevy studentů?

- c) Může být materiál ihned integrován do fyzikálního kurikula?
- Vyhovuje materiál standardní prezentaci fyziky?
 - Může být materiál používán se standardními učebnicemi a sbírkami úloh?
 - Doplnuje materiál podání učiva v klasických učebnicích?
 - Může být materiál integrován se standardními doplňujícími materiály (pracovní sešity, soubory testů atd.)?
- d) Může být materiál používán různými způsoby?
- Existují způsoby použití, kterým materiál dobře vyhovuje (např. výklad s demonstracemi, skupinové projekty, domácí úkoly, výukové programy atd.)?
 - Existují způsoby použití, pro které materiál vyhovuje velmi špatně nebo vůbec?
 - Může být materiál použit během kurzu různým způsobem?
- e) Jsou výukové cíle snadno identifikovatelné?
- Jsou stanoveny specifické výukové cíle pro každou položku?
 - Jestliže nejsou explicitně stanovené, jsou výukové cíle pro položky snadno pochopitelné?
 - Mohou být položky použity k dosažení výukových cílů stanovených učitelem?
 - Existují doplňující materiály, které by mohly pomoci k dosažení výukových cílů?

Příloha D

Kritéria hodnocení multimediálních materiálů podle EUPEN

1. Motivace

a) Příjemnost uživatelského prostředí

- Je snadné začít materiál používat?
- Je design srozumitelný a mají obrázky uspokojivou kvalitu?
- Je funkce ovládacích prvků zřejmá?
- Jsou softwarové požadavky jasné a adekvátní?

b) Atraktivita

- Je rozvržení (uspořádání) materiálu přitažlivé?
- Je tu motivační úvod?
- Jsou obsaženy interaktivní prvky?
- Je téma zajímavé (odkazy na každodenní praxi, aplikace, vysvětlení jevů)?
- Je materiál aktuální a doplňovaný?

c) Jasný popis účelu a pracovního úkolu

- Je účel materiálu zřejmý?
- Ví uživatel, co se od něj očekává?
- Jsou tu příklady, které může uživatel řešit, nebo problémy, nad kterými může přemýšlet?

2. Obsah

a) Relevantnost

- Je téma důležité?
- Má smysl používat multimédia? (například, je-li třeba představit nějaké dynamické procesy)

b) Rozsah

- Jde obsah do hloubky?
- Je téma představeno v celé šíři (obsahuje obecné závěry i speciální případy)?

c) Správnost

- Je obsah věcně správný?
- Jsou předkládána zjednodušení?

3. Metody

a) Flexibilita

- Je materiál vhodný pro širokou cílovou skupinu (včetně uživatelů studujících samostatně)?
- Je možné materiál používat v různých situacích při výuce?
- Dovoluje materiál, aby bylo k tématu přistupováno z různých úhlů pohledu?

b) Přiřazení cílové skupině

- Je skutečnost rozumně didakticky zjednodušena?
- Jsou vysvětleny odborné termíny?
- Jsou cíle přiměřené?

c) Realizace

- Je celkový přístup vhodný k prezentaci látky a realizaci cílů daného materiálu?
- Je typ multimédií volen rozumně (videa, simulace, animace)?

d) Dokumentace

- Je obsluha zřejmá nebo alespoň dobře vysvětlená?
- Jsou multimédia zřejmá sama o sobě nebo doplněná dodatečnými vysvětlujícími texty?
- Jsou tu odkazy na další literaturu pro hlubší studium?
- Jsou tu nějaké návrhy na použití materiálu ve výuce?

Příloha E

Dotazník pro učitele k materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*

Následující dotazník je anonymní (pokud chcete, můžete samozřejmě uvést své jméno) a týká se webového materiálu určeného na podporu výuky fyziky. Na většinu otázek můžete odpovídat pouze číslem ze škály 1 – 5 (1 znamená nejnižší záporné hodnocení, 5 nejvyšší kladné hodnocení)

Úvodní informace

Uveďte prosím zda jste učitelem (učitelkou) na ZŠ (+víceletá gymnázia), SŠ, nebo jiné (např. studium učitelství).

Jsem...

Využíváte nějaké elektronické materiály (informace z webových stránek, elektronické encyklopedie, java applety, konkrétní výukové programy) ve fázi přípravy na výuku?

Odpověď (uveďte prosím eventuelně jaké programy):

Využíváte nějaké elektronické materiály (informace z webových stránek, elektronické encyklopedie, java applety, konkrétní výukové programy) přímo při výuce?

Odpověď (uveďte prosím eventuelně jaké programy):

Hodnocení materiálu

V následujících otázkách prosím ohodnoťte jednotlivé položky číslem na stupnici 1 – 5 podle konkrétního zadání (v případě potřeby můžete použít desetinná čísla). K jednotlivým otázkám můžete eventuelně přidat další stručný komentář. Otázky se týkají webového materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*.

1. Jak hodnotíte celkovou orientaci v materiálu? (1 – zcela nepřehledné, 5 – zcela přehledné)

Hodnocení:

2. Jak zřejmé je použití odkazů a ovládacích prvků? (1 – zcela nejasné, 5 – zřejmé a intuitivní)

Hodnocení:

3. Jak hodnotíte celkový design stránek – rozvržení textů, kvalita obrázků, fotografií...?

(1 – velmi slabé, 5 – výborné)

Hodnocení:

4. Jak hodnotíte srozumitelnost materiálu? (1 – zcela nesrozumitelné, 5 – zcela srozumitelné)

Hodnocení:

5. Jak hodnotíte náročnost jednotlivých částí vzhledem k věku žáků, kterým je určena – nižší úroveň pro ZŠ, vyšší pro SŠ...? (1 – příliš jednoduché, 3 – přiměřené, 5 – příliš náročné)

Hodnocení:

6. Jaké je využití motivačních prvků? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

7. Jak hodnotíte množství zařazených problémů a úloh vzhledem k základnímu pochopení daných témat? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

8. Jak hodnotíte množství zařazených multimediálních prvků – applety videa, fotografie...? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

9. Jak hodnotíte propojení s praktickými aplikacemi?

(1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

10. Měl by podle Vás podobný materiál obsahovat návody na reálné pokusy?

(1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Hodnocení:

11. Jak hodnotíte množství a kvalitu zařazených návodů na reálné pokusy?

(1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

12. Jak hodnotíte rozsah a kvalitu doprovodné dokumentace – instrukce k používání, náměty pro studenty a učitele...? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

13. Využijete materiál nějakým způsobem k výuce fyziky – v přípravné fázi nebo přímo při výuce? (1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Odpověď:

14. Předpokládáte, že byste využili materiál jako celek – uspořádání výuky daných témat podle obsahu materiálu? (1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Odpověď:

15. Předpokládáte, že byste využili některé části materiálu – některé problémy, úlohy, návody na pokusy...? (1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Odpověď:

16. Doporučili byste materiál žákům a studentům k samostatnému doplnění výuky?

(1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Odpověď:

17. Přivítali byste další podobné volně dostupné materiály na podporu výuky fyziky?

(1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Odpověď:

Závěrečné dotazy

Kterou část materiálu považujete za nejpovedenější?

Odpověď:

Kterou část materiálu považujete za nejslabší?

Odpověď:

Měli jste nějaké problémy se spuštěním a provozem stránek (jaké)?

Odpověď:

Pokud chcete, uveďte jakékoli další připomínky, návrhy a komentáře:

Děkuji Vám za laskavé vyplnění dotazníku

Miroslav Jílek

Příloha F

Dotazník pro žáky k materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*

Úvodní informace

Uveďte prosím svůj ročník studia:

Využíváte při studiu nějaké počítačové výukové programy?

Odpověď (uveďte prosím eventuelně jaké programy):

Využíváte při studiu jiné elektronické materiály (např. informace z webových stránek, elektronické encyklopedie, java applety...)?

Odpověď – uveďte prosím jakým způsobem a jak často (např. pravidelná příprava, občas k přípravě referátu...):

Hodnocení materiálu

V následujících otázkách prosím ohodnoťte jednotlivé položky číslem na stupnici 1 – 5 podle konkrétního zadání (v případě potřeby můžete použít desetinná čísla). K jednotlivým otázkám můžete eventuelně přidat další stručný komentář. Otázky se týkají webového materiálu *O silách nejen na Rapa Nui*.

1. Jak hodnotíte celkovou orientaci v materiálu? (1 – zcela nepřehledné, 5 – zcela přehledné)

Hodnocení:

2. Jak zřejmé je použití odkazů a ovládacích prvků? (1 – zcela nejasné, 5 – zřejmé a intuitivní)

Hodnocení:

3. Jak hodnotíte celkový design stránek – rozvržení textů, kvalita obrázků, fotografií...?

(1 – velmi slabé, 5 – výborné)

Hodnocení:

4. Jak hodnotíte srozumitelnost materiálu? (1 – zcela nesrozumitelné, 5 – zcela srozumitelné)

Hodnocení:

5. Jak hodnotíte náročnost jednotlivých částí v porovnání s náročností daného učiva v učebnici? (1 – příliš jednoduché, 3 – přiměřené, 5 – příliš náročné)

Hodnocení:

6. Jaké je využití motivačních prvků (úvodní problémy a pokusy, příklady ze života...)?

(1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

7. Jak hodnotíte množství zařazených problémů a úloh vzhledem k základnímu pochopení dané látky? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

8. Jak hodnotíte množství zařazených multimediálních prvků – applety videa, fotografie...? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

9. Jak hodnotíte propojení s praktickými aplikacemi?

(1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

10. Měl by podle Vás podobný materiál obsahovat návody na reálné pokusy?

(1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Hodnocení:

11. Jak hodnotíte rozsah a kvalitu doprovodné dokumentace – instrukce k používání, náměty pro studenty a učitele...? (1 – zcela nedostačující, 5 – zcela dostačující)

Hodnocení:

12. Využívali jste při domácí přípravě na danou látku učebnici, nebo uvedené materiály (případně kombinaci)? (1 – pouze učebnici, 5 – pouze materiály)

Odpověď:

13. Přivítali byste další podobné volně dostupné materiály na podporu výuky fyziky?

(1 – určitě ne, 5 – určitě ano)

Odpověď:

14. Měl(a) by podle vás učitel(ka) fyziky používat při výuce elektronické materiály (programy, applety, fotografie, animace...)? (1 – ne, stačí výklad, 5 – určitě ano)

Odpověď:

15. Řešíte ve škole při fyzice raději problémy zadané slovní úlohou, nebo vycházející z praktického experimentu? (1 – slovní úlohy, 5 – experimentální problémy)

Odpověď:

16. Řešíte raději domácí úkoly zadané slovními úlohami, nebo praktickým projektem?

(1 – slovní úlohy, 5 – praktické projekty)

Odpověď:

Závěrečné dotazy

Kterou část materiálu považujete za nejpovedenější?

Odpověď:

Kterou část materiálu považujete za nejslabší?

Odpověď:

Měli jste nějaké problémy se spuštěním a provozem stránek (jaké)?

Odpověď:

Pokud chcete, uveďte jakékoli další připomínky, návrhy a komentáře:

Děkuji Vám za vyplnění dotazníku

Miroslav Jílek

Příloha G

Hrátky s povrchovým napětím – ukázka publikace

JÍLEK, Miroslav. Hrátky s povrchovým napětím. In. RUTOVÁ, N. a KOŠTÁLOVÁ, H. (ed.). *Kritické listy 22: čtvrtletník pro kritické myšlení ve školách*. Jaro 2006. Praha: o.s. Kritické myšlení, 2006, s. 36-38. ISSN 1214-5823.

Hrátky s povrchovým napětím

Miroslav Jílek

Při vzpomínce na školní hodiny fyziky leckomu naskakuje husí kůže. Všechny ty teorie, vzorečky a zákony, které se nedají pochopit. Snad jenom tu a tam nějaký předvedený pokus umožní na chvíli se odreagovat, nebo dokonce pobavit. Dá se vůbec fyzika učit tak, aby každého bavila a všichni ji perfektně ovládali?

Asi neexistuje nějaká univerzální výuková metoda, která by fungovala jako kouzelný proutek, pod jehož mávnutím se žáci a studenti hromadně mění v geniální a zapálené odborníky na fyziku. To také určitě není hlavním cílem výuky, alespoň na všeobecně vzdělávacích školách. Přesto se dá dělat mnohé proto, aby studenti neodcházeli ze škol s představou fyziky jako nepochopitelné a neužitečné disciplíny, ale aby dokázali v nejrůznějších oblastech profesního a koneckonců i soukromého života využít specifické dovednosti řešení problémů a kritického pohledu na svět, které může fyzika poskytnout.

Konkrétní příklad

Podívejme se na jednu z konkrétních možností, jak lze na střední škole vyučovat část kapitoly o vlastnostech kapalin s poukazy na to, čím se takový přístup liší od klasické výuky a v čem může být pro studenty přínosnější. Je samozřejmě potřeba zdůraznit, že se nejedná o nějaký jediný správný návod na to, jak učit fyziku, protože každému vyučujícímu vyhovuje trochu jiný styl, který může být maximálně efektivní právě ve spojení s individuálním založením toho kterého učitele.

Kapitolu o struktuře a vlastnostech kapalin, která se obvykle probírá v druhém ročníku středních škol, můžeme začít například otázkou: „Proč nedokáže člověk kráčet po hladině vody podobně jako drobný vodní hmyz – vodoměrky nebo bruslařky?“ Studenti (pokud jsou alespoň trochu zvyklí na společnou diskuzi při hodinách) začnou pravděpodobně vymýšlet různé více či méně přesné argumenty, proč tomu tak je. Pochválíme rozumné nápady, poukážeme stručně na nedostatky v argumentech a vyzveme studenty, aby se pokusili nejdříve krátce experimentálně prozkoumat, jak se

chová povrch vody. Rozdáme jim (například do dvojic) libovolné mističky s vodou a necháme je, aby se na hladinu vody pokusili položit různé drobné předměty jako padesátníky, tenké plíšky, jehly atd. Jako pomůcka pro pokládání může sloužit zahnutá kancelářská sponka. Upozorníme studenty, aby si dobře prohlédli, jak vypadá povrch vody v okolí položených předmětů, a aby se zamysleli nad tím, proč a za jakých podmínek se dva položené předměty (například padesátníky) přitahují k sobě. Mohou se také pokusit vymyslet, jak přemístit padesátník na druhou stranu misky, aniž by se ho čímkoli dotknuli.

Výsledky pozorování by měly napomoci v další společné diskuzi o tom, co vlastně drží předměty na hladině. Povrch vody se pod předměty prohýbá podobně, jako když se postavíme na trampolínu. Můžeme z toho usuzovat, že povrch vody je nějakým způsobem pružný – když se ho snažíme natahovat, stahuje se zpátky. Kde se bere síla, která způsobuje stahování povrchové vrstvy vody a na čem závisí její velikost?

Studenti většinou sami přijdou na to, že velikost této síly, budeme ji říkat *povrchová*, nějak závisí na délce okraje, kterým se voda dotýká předmětu – naplocho položený padesátník má poměrně dlouhý okraj (obvod), za který ho povrchová vrstva „vytahuje nahoru“, proto se padesátník udrží na hladině. Pokud však zkusíme padesátník položit na hladinu ve svislé poloze, je délka okraje malá a povrchová síla padesátník neudrží. Abychom přesněji ověřili závislost mezi délkou okraje a povrchovou silou, můžeme připravit velmi jednoduché vážky (ze špejle, dvou špendlíků a několika kancelářských sponek), které umožňují změřit, jak velká síla je potřebná k odtržení různě dlouhých kousků špejle od povrchu kapaliny. Je vhodné, aby si v některé z příštích hodin studenti takové zařízení sami vyrobili v rámci laboratorních cvičení, a příslušné závislosti proměřili podrobněji. Konkrétní popis zařízení i jeho použití je možné nalézt na internetových stránkách [1], kde je dané téma podrobněji zpracováno jako krátký projekt vhodný pro výuku nazvaný *Hrátky s povrchovým napětím*.

Jak konkrétně souvisí vznik povrchových sil se vzájemným silovým působením mezi molekulami kapaliny a vzduchu, je potřeba studentům přiblížit pomocí modelu, který je běžně uváděn v učebnicích fyziky, viz např. [2]. Během jeho vysvětlování studenty nenápadně navedeme k logickému závěru, že velikost povrchové síly bude zřejmě záviset také na druhu kapaliny, kterou používáme. Zeptáme se, zda by uměli vymyslet experiment, který by takový závěr potvrdil, eventuálně vyvrátil. Často brzy přijdou na to, že bychom například mohli měřit povrchovou sílu pro různé druhy kapalin pomocí výše zmíněného vyrobeného zařízení. Pochválíme (odměníme) dobré nápady a

navrhne, že podrobnější měření necháme na zmiňovaná laboratorní cvičení. Místo toho můžeme předvést jednoduché kvalitativní pokusy dokazující různou povrchovou sílu u různých kapalin. Na hladinu vody například položíme malou raketku vystřiženou ze silného kartónu a za ni kápneme trochu mýdlového roztoku. Raketka přitom vystřelí dopředu, protože povrchová síla vody, která ji táhne zepředu, je větší než povrchová síla mýdlového roztoku, který ji táhne opačným směrem.

Výsledkem experimentálního zkoumání je, že velikost povrchové síly, která je schopna udržet na hladině drobné předměty, závisí na délce okraje povrchové vrstvy a na veličině, kterou nazveme *povrchové napětí*, a která je charakteristická pro tu kterou kapalinu. S využitím zjištěné závislosti můžeme vyřešit několik jednoduchých příkladů a také upozornit na zajímavý problém, který se týká padesátníku položeného na hladině. Vypočítaná velikost povrchové síly, která táhne padesátník nahoru, je totiž pouze zhruba poloviční než tíha padesátníku (zjištěná zvážením), která ho táhne dolů. Jak je tedy možné, že se padesátník nepotopí? Vyřešení problému můžeme nechat jako dobrovolný domácí úkol a počkat, kolik studentů přijde na to, že kromě povrchové síly je potřeba vzpomenout si na Archimedův zákon a připočítat vztlakovou sílu, která také působí na padesátník „zabořený“ kousek pod úroveň okolní hladiny.

Nakonec se můžeme vrátit k úvodnímu problému chůze člověka po vodě. Studenti už pravděpodobně sami přijdou na to, že povrchová síla, která by působila na chodidla, je příliš malá na to, aby vyrovnala tíhu člověka. Dokáží již také rychle spočítat, že pro chůzi po hladině s využitím povrchové síly by člověk potřeboval několik kilometrů dlouhé nohy.

Po tomto zjištění je vhodné poukázat na to, že fyzikální zákony mohou mít různé důsledky při různých velikostech zkoumaných objektů. **Příklad:** Člověk je řádově stokrát větší než vodoměrka a může mít tedy zhruba stokrát delší nohy (chodidla). To znamená, že i povrchová síla, která by ho držela na hladině, je stokrát větší než u vodoměrky. Hmotnost člověka však (stejně jako jeho objem) závisí na součinu výšky, délky a šířky, a je tedy ne stokrát ale řádově milionkrát větší než hmotnost vodoměrky. Povrchová síla se tedy při stonásobném zvětšení zvýší stokrát, kdežto tíha, která táhne člověka dolů, se zvýší milionkrát – proto se člověk na hladině neudrží.

Obdobné vysvětlení má mnoho zdánlivých paradoxů a „rekordů“ ze světa hmyzí říše, ve kterých drobní živočichové skáčou do mnohonásobně větší výšky než jsou sami, dokáží přenášet neúměrně těžké náklady apod.

Jaké jsou základní charakteristiky nastíněného přístupu

Výše popsany program je možné (kromě laboratorních cvičení) uskutečnit během jedné až dvou vyučovacích hodin. Základní probrané poznatky, a dokonce i některé motivační pokusy se přitom neliší od učebnicového zpracování tématu, viz [2]. Jde tedy spíše o způsob, jakým je látka podávána a o dovednosti, na které je přitom kladen důraz.

Základní schéma spočívá v tom, že by nemělo jít o jednosměrný proces předávání definic a pouček od učitele ke studentům, nýbrž o společné hledání nových poznatků a také různých způsobů přístupu k problémům. Snahou je dovést studenty k samostatnému zkoumání a promýšlení probírané látky, učitel je spíše v roli moderátora, který dává podněty a usměrňuje postup studentů.

Podmínkou k přínosné diskuzi i další práci je samozřejmě dobrá komunikace mezi studenty a učitelem a také dohodnutá „pravidla hry“ (aby se přirozené pracovní prostředí nezměnilo v nezvladatelný Babylón). Zvláště u starších studentů, kteří nejsou zvyklí z dřívějších let nebo jiných předmětů na komunikativní způsob práce, může trvat delší dobu, než se „odvážívá“ mít svůj vlastní názor a nestydí se ho prezentovat před druhými. Někdy je obtížné vysvětlit studentům, že nemusejí mít na vše okamžitě správné odpovědi, a že i nepřesný názor je v procesu učení mnohem cennější než obvyklé: „Já nevím“.

Zdravá pochybnost a schopnost rozlišovat není chápána jako snaha snižovat autoritu učitele. To, že něco tvrdí učitel, ještě není hlavním kritériem pravdy. Pokud je to jen trochu možné, měli by mít studenti možnost přesvědčit se prakticky o platnosti probíraných zákonitostí a také o omezeních spojených s jejich využíváním. Pokusy tedy neslouží pouze pro odreagování a pobavení, ale studenti by je měli být schopni správně interpretovat, využívat jejich výsledků k formulaci obecnějších závěrů a v nejlepším případě také navrhnout nové pokusy a jejich modifikace.

Podobně i řešení početních úloh a problémů, by nemělo sklouzávat k mechanickému a bezmyšlenkovitému dosazování do vzorečků. Často lze ukázat, že řešený problém nemusí souviset pouze s jediným zákonem či teorií, ale že je potřeba jako ve většině reálných úloh uvažovat více vlivů.

Je asi zřejmé, že při opakování a prověřování získaných znalostí se nehodnotí schopnost naučit se nazpaměť příslušné odstavce z učebnice nebo vyřešené příklady, které se opiší do písemky, případně odrecitují. I když je to pro většinu studentů náročnější, měli by se i při samostatném učení snažit promýšlet, jak a proč spolu jednotlivé poznatky a

zákonitosti souvisí a jak se změní řešení nějakého problému, pokud upravíme nebo doplníme jeho zadání.

Závěrem

Popsaný přístup neklade větší nároky pouze na studenty, ale také na učitele. Příprava pokusů a praktických činností pro studenty zabere nějaký čas navíc a také je zřejmě jednodušší odpřednášet dané téma, než se snažit o vzájemnou diskuzi, při které musí učitel často vhodně a pružně reagovat na nové, nečekané podněty. Na druhou stranu je právě taková aktivita a potřeba učit se nové věci a přístupy pro učitele velmi přínosná a může mu být vedle zájmu studentů neocenitelnou odměnou.

Některé další náměty na práci se studenty v hodinách fyziky jsou kromě [1] uvedeny například ve sbornících [3], [4] a přístupné v elektronické formě na webových stránkách [5].

Literatura

[1] <http://fyzweb.cuni.cz/dilna/krouzky/uvod/uvodni.htm>

[2] Bartuška, K., Svoboda, E.: Fyzika pro gymnázia - Molekulová fyzika a termika. Prometheus, Praha 2000.

[3] Jílek, M.: Fyzika jako zážitek. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 8, České Budějovice 27. – 29. 8. 2003. Ed.: Šerý, M. JU České Budějovice 2003.

[4] Jílek, M.: Několik nápadů nejen z kroužků fyziky. In: Sborník konference Veletrh nápadů učitelů fyziky 9, Brno, 25. – 27. 8. 2004. PAIDO, Brno 2004.

[5] <http://kdf.mff.cuni.cz/veletrh/sbornik/>

Příloha H

Collisions and rotations – ukázka publikace

JÍLEK, Miroslav. Collisions and rotations – electronic study material for students interested in physics. In. ŠAFRÁNKOVÁ, J. (ed.). *WDS'03 Proceedings of Contributed Papers, Part III*. Praha: MATFYZPRESS, 2003, s. 681-685. ISBN 80-86732-18-5.

Collisions and rotations – electronic study material for students interested in physics

M. Jílek

Charles University Prague, Faculty of Mathematics and Physics, Prague, Czech Republic

Abstract. Electronic study material from part of classical mechanics inspired by practical seminar for high school students interested in physics is presented. Some examples from this material are described and experience for further work is discussed.

Introduction

Electronic study and teaching materials became to be very popular recently. The main reason is that they make possible to explain problems in new ways using hypertext structure and internet. Of course preparing and using these materials is not trivial and it requires a special approach. Together with approximately 20 teachers from all over the Europe on “Webphysic for the classroom” workshop during Physics on Stage festival in Nordwijk, Holland last year we discussed advantages and problems of utilization of electronic materials and web in physics education. Some observations concerns and recommendations from this workshop can be found in [1].

In this paper we present the electronic study material from part of mechanics - especially collisions and rotations of different objects. The topics for this material were taken from practical seminar for high school students interested in physics, which the author lead with support of some students on Faculty of Mathematics and Physics in Prague last year. Program and goals of this seminar are described for example in [2]. The seminar continues in this year and it is a part of activities of Department of Physics education for students interested in Physics and for motivated and future Physics teachers. More information about these activities can be found in [3]. One important aspect of these activities is application of “heuristic” method of teaching Physics – more information can be found in [4].

The material described here is published on web server [5] and it should be also published on CD, which our department prepares for distribution at some secondary schools in Czech Republic. The addressees of the material can be teachers and leaders of special physics seminars who can use it in teaching, either as a whole or some parts of it. It can also be used by anyone who is interested in physics.

Some experience from preparing of the material is summarized in second part of this paper. This experience should be inspiration for preparing more complete materials from part of mechanics with which I deal in my doctoral thesis.

Structure of the material

Each of two chapters *Collisions* and *Rotations* consists of approximately 20 linearly structured web pages in which several particle topics are discussed.

The base of each topic is some problem connected with real situation or some interesting phenomenon. The laws of physics governing these phenomena are then discussed. More ways of solving and understanding the problems are presented, if possible.

Important parts of the material are instructions for preparing simple experiments, which can clarify the problem or motivate to find new questions and answers. The experiments can be prepared and demonstrated with simple aids of everyday use. Therefore not only teacher can quickly use them in the classroom but also everyone who is motivated can practise them at home.

Of course there are also some exercises and their mathematic solutions in presented material. These exercises are taken from real situations too.

Except for the linear structure documents provide hyperlinks for various comments, details to the experiments and solutions of some problems.

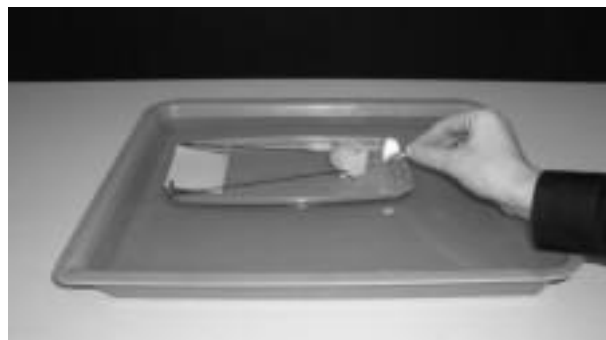
Some examples

Momentum

Important physical quantity, which describes two colliding objects, is their momentum. This concept can be introduced by following situation:

What will be happen with the carrier (battleship with a plate deck) after an airplane takes off from its deck?

We can simulate this situation by a simple experiment. From the plastic cover, ping-pong ball and piece of rubber we build simple model of the carrier, which can float in large dish filled with water. The pulled rubber with the ball we fix by the thread and put the cover on the water. If we then burn the thread, the ball will move on one side, the cover on the opposite side.



The law of conservation of momentum can easily explain this experiment. At the beginning the momentum of cover and ball is null. After start, the ball has some momentum, which is directed to one side, so the cover must obtain momentum of the same size but opposite direction. Real airplane takes off from the carrier using strong catapult and the situation is similar. We can also calculate the velocity of the battleship after the airplane takes off from the simple formula

$$m_1 v_1 = m_2 v_2,$$

where the v_1 , m_1 are velocity and mass of the airplane after start, v_2 , m_2 are velocity and mass of the carrier (we do not suppose the friction forces). We can find out (for example on internet) necessary values and calculate velocity of the carrier. The result is about $2,5 \text{ cm.s}^{-1}$.

Students usually agree to such the small velocity but somebody can notice that the real situation is more complicated.

Of course during the start of the plane its jets are on and reaction of their exhausts do not influence the battleship like the catapult. However we can correct our solution if we suppose the influence of the jets. For the real values (they can be also found out on internet) the velocity of the carrier is about 2 cm.s^{-1} , so we can consider that the main role during the start of plane has the catapult and compare its force with the jets force.

Resulting velocity of the carrier is quite small and we probably do not consider such a small change of velocity. Another (closer to students' experience) situation can be seen when we get out from the light boat (which is not bound) to the bank. In this case we must consider the higher velocity of light boat otherwise we fall to the water.

Playing billiards

Next example is connected with playing billiards. Every good player of the billiards knows a following situation:

After collision of one ball with another standing ball the balls move apart at right angels.

This situation can be explained in two ways.

First way is to use the law of conservation of momentum and law of conservation of energy (we suppose the elastic collision). For the momentum \vec{p} of the first ball before collision and momentums \vec{p}_1 and \vec{p}_2 of the balls after collision we can write the law of conservation of momentum

$$\vec{p} = \vec{p}_1 + \vec{p}_2,$$

which can be written (using magnitudes of the vectors):

$$m^2 v^2 = m^2 v_1^2 + m^2 v_2^2 + 2m v_1 m v_2 \cos\varphi$$

m is the mass of each ball, v is the velocity of first ball before collision, v_1 and v_2 are velocities of balls after collision and φ is angle between balls trajectories after collision.



Figure 1. Momentums of the balls

The conservation of energy can be written like

$$\frac{1}{2} m v^2 = \frac{1}{2} m v_1^2 + \frac{1}{2} m v_2^2.$$

By solving these two equations we arrive to the results $\varphi = \pi/2$ and in the case of head-on collision $\varphi = 0$.

This solution of the problem is quite classical but it can be valuable for secondary school students who often forgot to use the law of conservation of momentum in vector form.

In addition to that there is another, more transparent way, how to clarify the situation. The velocity of the first ball after collision can be decomposed into two components v_x and v_y . v_x is directed at the center of second ball, v_y is perpendicular. We can suppose (from another examples which are described and from the experience) that in case of elastic collision only component v_x will be transferred to the second ball. It means that after collision the first ball will be move with velocity v_y , the second with v_x and their trajectories will be right-angled.

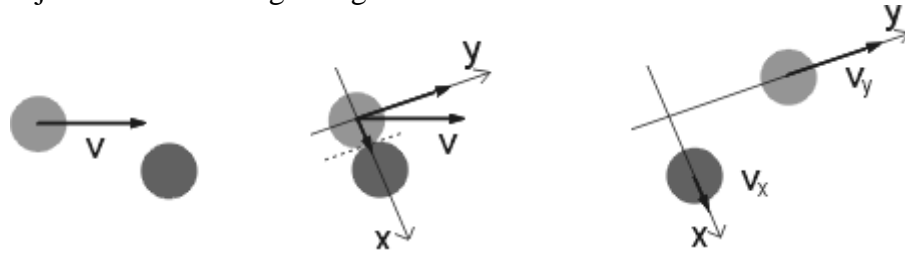


Figure 2. Velocities of the balls

Flight of boomerang

An interesting problem connected with rotations is a flight of boomerang. It is quite difficult to explain exactly motion of the boomerang. It would be necessary to discuss motion of gyroscopes and their precession, stability of rotation around different axis, flight of the wing, Magnus effect etc. Simple experiment with hand made boomerang on the first page of *Rotations* can motivate students. Topics necessary for explanation of its motion are then discussed on some other pages.

Well-known experiment showing precession of a gyroscope can be performed for example with a bicycle wheel. If we try to incline rotating wheel (for example we lift one end of wheel axis up) the wheel will turn around vertical axis. This can be explained mathematically by using angular momentum theorem. (On the other side the experiment with the wheel can clarify the mean of this theorem.)

The problem is that using of physical laws in only mathematical form is not always transparent. So another way how to explain the experiment with the wheel is to discuss motion of individual parts of the wheel. For example the point “A” up on the circumference of the wheel has velocity, which is directed at ahead in direction “1”, see the figure 3. If we move right end of wheel axis up (left down), this part of wheel obtains some velocity, which is directed at left, in direction “2”. Resulting velocity of the point “A” will be then directed in direction “3”. Similarly every little part of the wheel will change its velocity and the wheel will turn left around the vertical axis.

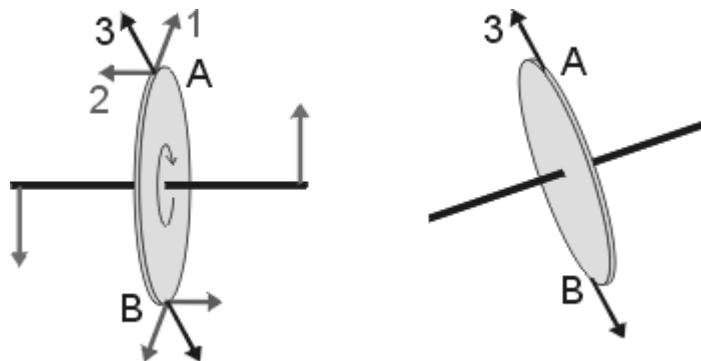


Figure 3. Precession of the wheel

This example can be started by discussion about riding the bicycle or motorcycle.

Coriolis force.

The angular momentum theorem and precession are usually not studied at secondary schools. Also Coriolis force observed in rotating systems, which causes many interesting consequences in real situations, is not studied here. That is because the mathematical deduction of Coriolis force is quite difficult for secondary school students. However, some special cases can be discussed and deduced.

One example is the radial motion with velocity v of some object with mass m in a system rotating with angular velocity ω (ball on the roundabout or train moving to North).

From the figure 4. we can deduce the change of the object velocity Δv in short time interval Δt and from it the magnitude of Coriolis force in this case.

$$F = ma = m \frac{\Delta v}{\Delta t} = 2mv\omega ,$$

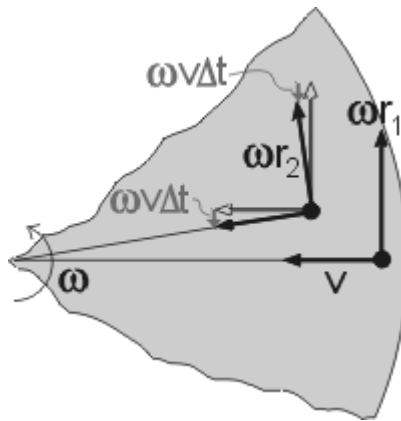


Figure 4. Coriolis force deduction

The more detailed deduction described in the material can be transparent for secondary school students because it is similar to deduction of centripetal acceleration magnitude that is studied at secondary schools.

The direction of Coriolis force can be also discussed and it can be verify by the simple experiment with a turntable and a simple catapult. The catapult consists of a piece of rubber, which is connected to the turntable. A steel ball shot from the catapult on the rotating table draws its trajectory through the copy paper.



The whole material contains about thirty problems and exercises similar to those, mentioned above. Some of them were presented at the conference “Veletrh nápadů učitelů fyziky 2002”, see [6].

Motivation for further work

In my doctoral thesis, which is aimed at physics education supported by computer technologies, we will prepare more complete electronic study material containing part of classical physics. The development of the material Collisions and Rotations was inspiring and provided much experience to further work. Of course this

material is limited by the fact that it is motivated namely by a program of one seminar. This can be seen for example from linear structure of the document. Only some comments, more advanced examples and notices to experiments are connected by hyperlinks. In further work we plan to structure the material on more levels according to various levels of difficulty. It means that the material could be used by more categories of learners - from basic school students to university students or teachers. Teachers could use the material for preparing their lessons or some special seminars. Another category could be non-school people interested in physics using material through internet. The structure of the material should not be strictly linear, it should be rather "a map" enabling everybody to walk on the level of difficulty he or she prefers and to choose problems he or she finds interesting.

Another important characteristic of the prepared material is a use of simple experiments, which will be connected with the subject matter (the theory). The real "hands on" experimenting will be an integral part of activities of the learners. For example the material can present a description of an experiment, which can be done at home or in the school, with basic explanation. The explanation can be elaborated on various levels and can be connected with practical applications. This characteristic does not exclude using of Java applets or other programs for simulations. However using these programs should not replace real experimenting. The main role of these programs should be in visualization of hardly performable phenomena, dangerous or expensive experiments or 3D geometric models.

Important point is using pictures, photos, animations, video and sound files. The possibility to use these files is a great advantage of electronic documents. On the other side too many pictures, photos etc. can cause the document difficult to grasp. Other problem concerns the size of these files. Video and sound files should be used only in necessary cases and it should not be long. Short video can be used for example for detailed studying of some dynamic process.

Conclusion

Presented study material should be usable like a source of inspiration for secondary school teachers and people who lead physics seminars as well as for everybody who is interested in physics. The experience from preparing of this material will be used in further work in the field of electronic support of physics education.

References

- [1] <http://www.physicsnet.at/event2000/POS2/PoS2-workshop9.htm>
- [2] Jílek. M.: Mimoškolská výuka fyzika pro SŠ studenty. In: Proceedings of DIDFYZ 2002 conference, Račkova dolina, 16. – 19. 10. 2002. Ed.: L. Zelenický, JSMF Nitra 2003.
- [3] Dvořák L.: Vlastníma rukama a hlavou: aktivizující formy práce se středoškoláky a s budoucími učiteli fyziky. In: Proceedings of DIDFYZ 2002 conference, Račkova dolina, 16. – 19. 10. 2002. Ed.: L. Zelenický, JSMF Nitra 2003.
- [4] Koudelková. I.: Projekt Heuréka – heuristická výuka fyziky nejen na ZŠ. In: Proceedings of DIDFYZ 2002 conference, Račkova dolina, 16. – 19. 10. 2002. Ed.: L. Zelenický, JSMF Nitra 2003.
- [5] <http://fyzweb.cuni.cz/dilna/>

[6] Jílek, M.: Kroužek fyziky pro středoškolské studenty. In: Proceedings of conference „Veletrh nápadů učitelů fyziky 7“, Praha, 28. – 30. 8. 2002. Ed.: E. Svoboda, L. Dvořák, PROMETHEUS, Praha 2002

Příloha I

Webové materiály na podporu výuky fyziky – ukázka publikace

JÍLEK, Miroslav. Webové materiály na podporu výuky fyziky. In. HOLUBOVÁ, R. (ed.). *Veletrh nápadů učitelů fyziky XI: Sborník z konference*. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006, s. 43-48. ISBN 80-244-1491-0.

Webové materiály na podporu výuky fyziky

Miroslav Jílek

Gymnázium Polička

Úvod

Příspěvek stručně popisuje obsah a základní charakteristiky připravovaného webového materiálu, který se zabývá především silami a statikou tuhého tělesa. Motivací k přípravě takového materiálu byla především skutečnost, že podobné volně přístupné elektronické materiály, které by mohly být užitečné při výuce fyziky nebo při domácím samostudiu, zatím na internetu (alespoň v češtině) prakticky neexistují.

Snahou autora je nabídnout široké skupině potenciálních zájemců výukový materiál, využívající výhody hypertextového dokumentu. Učitelé základních a středních škol se jím mohou nechat inspirovat při přípravě svých hodin, eventuálně speciálních seminářů a kroužků fyziky. Žákům a studentům může materiál sloužit jako alternativa a doplnění klasického učebnicového textu, jako zdroj námětů k přípravě prakticky zaměřených referátů, nebo jako návod k vlastnímu domácímu experimentování. Konečně je materiál určen všem ostatním zájemcům o fyziku, kteří se chtějí zajímavým způsobem seznámit s daným tématem a to na různých rovinách obtížnosti.

1. Struktura materiálu

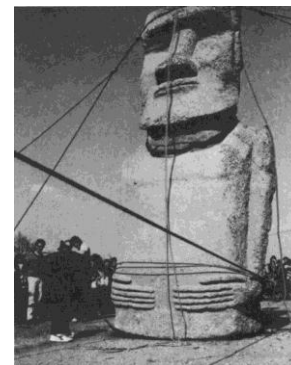
Celý dokument je modulárně rozdělen podle jednotlivých témat a podle úrovně obtížnosti. Základní úroveň představuje přibližně náročnost učiva základní školy a je zaměřena především na kvalitativní vysvětlení probíraných jevů a řešení problémů s minimálními nároky na matematiku. V druhé úrovni jsou obdobná témata probírána více do hloubky a řešení problémů a příkladů zde předpokládá základní znalosti z matematiky potřebné v prvním ročníku střední školy. Třetí úroveň nakonec předkládá některé obtížnější problémy související s probíraným tématem, které jsou vhodné pro použití v různých prohlubujících fyzikálních seminářích, kroužcích fyziky nebo jako procvičení v základním kurzu vysokoškolské fyziky.

Témata ve třech jmenovaných úrovních jsou vzájemně propojena hypertextovými odkazy a dále doplněna různými poznámkami, návody na pokusy, řešením dalších předkládaných problémů, komentáři pro vyučující apod. Tato struktura umožňuje lineární průchod materiálem (po jednotlivých volně navazujících kapitolách) s tím, že si každý může vybrat, do jaké hloubky bude dané téma studovat. Popsané uspořádání samozřejmě také umožňuje snadné použití jednotlivých námětů, pokusů a problémů – například pro doplnění klasické výuky na základní nebo střední škole.

Pro snadnější orientaci je materiál doplněn graficky zpracovanou mapou znázorňující hlavní kapitoly a ostatní součásti stránek, které lze zobrazit kliknutím.

2. Zpracovaná témata

Úvod materiálu má motivační charakter a popisuje pokusy Ing. P. Pavla se stěhováním velkých kamenných soch Moai na Velikonočním ostrově. Snahou je ukázat, že ještě i v dnešní době mohou dobré znalosti nejjednodušších zákonů mechaniky vést k novým a zajímavým objevům a také že nám znalost těchto zákonů může pomoci v mnoha praktických problémech každodenního života.



Kromě úvodu a doplňujících stránek obsahuje materiál pět základních kapitol, které jsou zpracovány ve třech výše zmiňovaných úrovních obtížnosti. První kapitola se zabývá v základní úrovni pojmem síly a její velikosti. Ukazuje, kde se setkáváme s různými druhy sil, co mají společného a jakým způsobem je znázorňovat. Ve vyšších úrovních je potom podrobněji rozebráno, jak počítat se silami a obecně s vektory.

Ve druhé kapitole jsou rozebrány účinky sil na těleso s rozlišením deformačních, posuvných a rotačních účinků. Vyšší úrovně druhé kapitoly jsou věnovány především momentu síly a jejím účinkům.

Třetí kapitola se zabývá účinkem více sil. V základní úrovni se jedná především o jednoduché skládání rovnoběžných sil a kvalitativní posouzení a využití skládání a rozkladu nerovnoběžných sil. Ve vyšších úrovních jsou potom podrobněji vysvětlovány různé možnosti obecného skládání a rozkladu sil a řešeny související problémy.

Čtvrtá kapitola se v základní úrovni věnuje rovnováze na páce a jejímu praktickému využití, vyšší úrovně nabízejí řešení různých problémů s využitím obecných podmínek statické rovnováhy.

Poslední velká kapitola je věnována pojmu těžiště tělesa a souvisejícím problémům. Základní úroveň přibližuje význam těžiště tělesa a různé metody, jak lze určit polohu těžiště v jednoduchých případech. Vyšší úroveň se zabývá početním určením polohy těžiště těles jednoduchého tvaru i experimentálním ověřením výsledků. Nejvyšší úroveň vysvětluje způsob určení polohy těžiště s využitím integrálního počtu v obecných případech.

3. Charakter výkladu – několik příkladů

Kromě úvodní motivace k celému materiálu je také výklad jednotlivých témat v kapitolách uváděn různými zajímavostmi, problémovými úlohami, nebo pokusy. Teorie tedy není sdělována dopředu jako definice, ale je k ní dospíváno rozбором praktických problémů a pokusů.

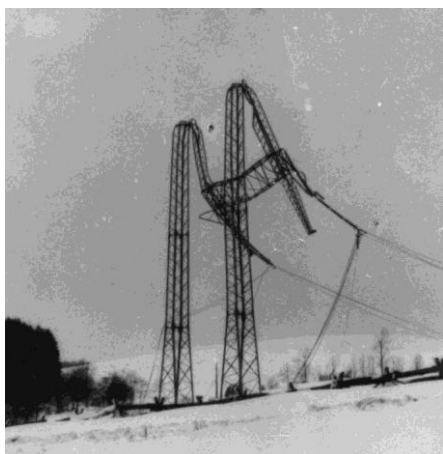
Kapitola o účincích sil například začíná rozбором toho, co se stane, když do nás někdo omylem strčí, konkrétně potom, jak vypadá srážka hokejistů u mantinelu - jaké síly se zde uplatní a co způsobují. Po objasnění, proč je někdy výhodné zavést pojem tuhého tělesa, je pomocí krátkého videa základních tanečních figur ukázáno, jakým způsobem je potřeba využít sílu v tanci k tomu, abychom partnerku pouze posunuli, nebo roztočili.

Vyšší úroveň kapitoly o rotačních účincích síly začíná videoukázkou chování „kouzelné krabičky“. Navenek obyčejná plastová krabička od kinofilmu je zavěšena na jedné napjaté niti, která prochází skrz krabičku. Při povolení spodního konce niti krabička sjíždí dolů, při zatáhnutí za spodní konec niti naopak stoupá vzhůru. Úkolem je vymyslet, proč se krabička chová popsáním způsobem a případně



takovou „kouzelnou krabičku“ vyrobit. Řešení problému je uvedeno pod zvláštním odkazem až na samém konci kapitoly rozebírající na různých příkladech účinky momentu síly. Probírané téma tak může napovědět těm, kteří problém nevyřeší hned na začátku. V krabičce stačí použít na otočné hřídelce pevně naraženou kladku o větším poloměru než má samotná hřídelka. Horní nit je namotána na samotné hřídelce, spodní nit na kladce. Zatažením za spodní nit se začne hřídelka otáčet a namotávat na sebe horní nit, takže krabička šplhá nahoru. Při výuce ve škole může být popsán problém zadán o hodinu dříve před probíraným tématem momentu sil a pokud někdo přijde na jeho řešení, může vyučující řešení problému využít k zahájení diskuse o momentu síly.

Podobně můžeme začít diskusi o rozkladu sil odpovědí na otázku, jak je možné, že se sloupy vysokého vedení mohou v tuhé zimě zohýbat vlivem obyčejné námrazy, jak to znázorňují fotografie na začátku příslušné kapitoly.



Před probíráním tématu těžiště tělesa mohou žáci řešit problém, jak narovnat patnáct hřebíků na hlavičku jediného hřebíku mírně zatlučeného do malé destičky tak, aby se hřebíky nedotýkaly žádné podložky. (Přirozeně je také zakázáno používat lepidla, jiný spojovací materiál, nebo například magnety.) Řešení je opět ukázáno až na konci kapitoly.

Vyšší úroveň věnující se těžišti těles je potom uvedena problémem, jak dlouhý převis lze narovnat ze čtyř kostiček domina na okraji stolu. Zájemci si to mohou vyzkoušet pomocí

počítačového appletu nebo reálně pomocí skutečných kostiček a pokusit se vypočítat největší možnou délku převisu také teoreticky (případně vyřešit problém pro obecně n kostiček).

Podobně jako je snahou uvádět jednotlivá témata v celém dokumentu pomocí motivačních problémů a experimentů, jsou také řešené úlohy voleny tak, aby se týkaly reálných situací a také aby nešlo o pouhé dosazování do vzorců, ale aby při jejich řešení bylo potřeba přemýšlet, které veličiny je například potřeba zjistit měřením, které odhadnout apod.

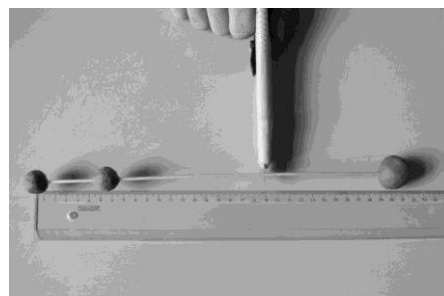
Příkladem může být jednoduchá úloha, kdy se z fotografie nůžek určených ke stříhání plechu má určit, jakou silou přibližně působí čelisti na plech při stříhání.

4. Využití experimentů

Návody k realizaci jednoduchých experimentů tvoří důležitou součást materiálu a mají rozličnou funkci. Mohou sloužit jako motivační pokusy, které navozují dané téma. Příkladem je velmi jednoduchý pokus s plastovou lahví plnou vody uvázanou za hrdlo k dlouhému silnějšímu provazu. Pokud chytí konce provazu dva lidé tak, aby byla láhev uprostřed, nikdy se jim nepodaří natáhnout provaz zcela vodorovně, vždy bude uprostřed trochu prohnutý.

Jiné pokusy mohou sloužit k ověření teorie, jako v případě hledání těžiště tělesa tvořeného špejlí a dvěma plastelínovými kuličkami o známých hmotnostech. Polohu těžiště nejdříve vypočítáme teoreticky a potom ji ověříme vyvážením špejle na ostří nože.

Některé návody také popisují konstrukci jednoduchých zařízení jako jsou siloměr nebo váhy, které



jsou využitelné k různým experimentům.

Elektronický materiál je pro lepší názornost doplněn také několika applety, které by však neměly nahradit reálný experiment. Proto je například zároveň s appletem demonstrujícím rovnoramennou páku uveden návod na konstrukci a použití velmi jednoduché páky ze špejle, nitě a kancelářských sponek. Lze tak snadno porovnat teoretický model s vyrobeným zařízením a učit se vnímat omezení a různé vedlejší vlivy, se kterými je třeba počítat při řešení a ověřování reálných úloh a problémů.

Právě propojení výhod multimediálního dokumentu s možností reálného (vlastnoručního) ověření teorie pomocí jednoduchých experimentů je jednou z klíčových charakteristik materiálu.

Poznámky

Webový materiál popisovaný v tomto příspěvku by měl být dokončen během letošního školního roku a volně dostupný z odkazu na webových stránkách [1].

Další informace o struktuře a charakteru materiálu jsou popsány například v [2].

Na webových stránkách [3] je popsán program kroužků fyziky organizovaných v letech 2001/2004 na MFF UK v Praze, který obsahuje popis některých realizovaných projektů a pokusů. Zpracování projektů má některé společné charakteristiky s materiálem popisovaným v tomto příspěvku a lze je v případě zájmu volně použít například na doplnění výuky fyziky na střední (případně základní) škole.

Literatura

[1] <http://fyzweb.cuni.cz>

[2] Jílek M.: *Webové materiály na podporu fyzikálních kroužků a výuky fyziky*. In: Sborník konference DIDFYZ 2004.

[3] <http://fyzweb.cuni.cz/dilna/krouzky/uvod/uvodni.htm>

Příloha J

Obsah přiloženého CD

Přiložené CD obsahuje dvě složky a dva samostatné soubory.

Složka *krouzky* obsahuje kompletní webové stránky kroužků fyziky konaných na MFF UK v Praze v letech 2001 – 2004 včetně jednotlivých materiálů na podporu výuky fyziky vytvořených na základě činnosti kroužků. Úvodní stránku představuje soubor *uvodni.htm*, který se nalézá ve složce *uvod – krouzky/uvod/uvodni.htm*.

Složka *sily* obsahuje hlavní výukový materiál *O silách nejen na Rapa Nui* vytvořený v rámci této práce. Materiál je vytvořen ve formě webových stránek, úvodní stránku *uvodni.htm* lze spustit ze složky *uvod – sily/uvod/uvodni.htm*.

Samostatný soubor *hodnoceni_ucitelu.xls* obsahuje kompletní bodové hodnocení materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* učiteli, kteří se s materiálem seznámili. Učitelé materiál hodnotili prostřednictvím dotazníku přiloženého v příloze E.

V souboru *hodnoceni_zaku.xls* je nakonec uloženo kompletní bodové hodnocení materiálu *O silách nejen na Rapa Nui* žáky a studenty, kteří se s materiálem seznámili v rámci své výuky a kteří materiál hodnotili prostřednictvím dotazníku přiloženého v příloze F.