



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra aplikované fyziky a techniky

Diplomová práce

Počítačová podpora výuky fyziky na ZŠ

Vypracoval: Bc. Pavel Vacikar
Vedoucí práce: PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.

České Budějovice 2013

Anotace

Diplomová práce se zabývá využitím moderních digitálních technologií při konstruktivistickém pojetí výuky fyziky na základní škole. Práce mapuje vývoj výuky fyziky od nejranějšího období až po současnost. Velká pozornost je věnována analýze a komparaci softwarových produktů včetně příkladů použití. V rámci práce byla vytvořena praktická část na simulaci fyzikálních jevů a několik didaktických her. Část vytvořených programů i jejich výstupů byla použita přímo při výuce fyziky na základní škole a na nižším stupni víceletého gymnázia a prostřednictvím pedagogické sondy byla ověřena jejich efektivita.

Klíčová slova: fyzika, historie výuky fyziky, výpočetní technika, software pro fyziku

Abstract

This thesis deals with the use of modern digital technologies in a constructivist approach to physics teaching in elementary school. The thesis describes development of physics teaching strategies from the earliest period to present. Great attention is paid to an analysis and comparison of particular software products including examples. The practical part of the thesis concentrates on simulation of physical phenomena and includes several educational games. A group of the created programs and their outputs were used directly in physics teaching at the elementary school and the lower level of grammar schools. Efficiency of the programs was proved by pedagogical test.

Keywords: physics, history of physics teaching, computer technology, software for physics

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

Datum

.....

podpis

Děkuji panu PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D. za hodnotné rady, podněty a odborné vedení během mé práce i všem učitelům, kteří umožnili mé aplikace využít a ověřit ve výuce. Dále bych chtěl poděkovat mé rodině za podporu při studiu.

Obsah

1 Úvod	8
2 Geneze a evoluce výuky fyziky	12
2.1 Období dávného pravěku	12
2.2 Období doby měděné a bronzové	13
2.3 Období doby železné	14
2.4 Antika	14
2.4.1 Starověké Řecko	14
2.4.2 Starověký Řím	16
2.5 Středověk	17
2.6 Novověk	18
2.7 Konec 18. a první polovina 19. století	19
2.8 Druhá polovina 19. století do roku 1918	20
2.9 Období mezi světovými válkami a v průběhu 2. světové války	22
2.10 Období po 2. světové válce	23
2.10.1 Období 1945–1948	23
2.10.2 Období 1949–1953	23
2.10.3 Období 1953–1960	24
2.10.4 Období 1961–1978	24
2.10.5 Období 1979–1989	24
2.11 Období po roce 1989	25
2.11.1 Minulé tisíciletí	25
2.11.2 Současné tisíciletí	25
2.12 Blízká budoucnost	26
2.13 Vize vzdálené budoucnosti	26
3 Současné pojetí výuky fyziky	27
3.1 Cíle výuky fyziky	27
3.2 Výukové metody ve fyzice	29
3.3 Didaktické zásady z pohledu fyziky	32
3.4 Organizační formy z pohledu fyziky	32
3.5 Didaktické prostředky	32
4 Moderní didaktická technika	35
4.1 Zobrazovací plochy	35
4.1.1 Interaktivní tabule	35
4.1.2 Projekční plocha	38
4.2 Projekční technika	38
4.2.1 Datový projektor (datapojektor)	38
4.2.2 Vizualizér	39
4.2.3 Starší technika	39
4.3 Televizní technika	39
4.3.1 Obrazovka	39
4.3.2 DVD a Blu-ray přehrávač	39
4.4 Zvuková technika	39

4.5	Ostatní technika	40
4.6	Speciální technika	40
5	Nezbytné předpoklady pro počítačovou podporu výuky fyziky	42
5.1	Obecná definice počítače	42
5.2	Operační systémy	42
5.2.1	Operační systémy pro stolní počítače	42
5.2.2	Operační systémy pro mobilní zařízení	45
6	Software ve výuce fyziky	47
6.1	Modelování a simulace	47
6.1.1	DYNAST	49
6.1.2	Interactive Physics/Working Model 2D	50
6.1.3	Modellus™	53
6.1.4	Algodo Physics, Algodo for Education	55
6.1.5	Crocodile Physics/Yenka	57
6.1.6	Wolfram Mathematica	59
6.1.7	MATLAB®	61
6.1.8	Famulus	62
6.1.9	PhET™	63
6.1.10	Physion	64
6.1.11	Applety a animace v Adobe® Flash®/Shockwave®	65
6.1.12	Další softwarové produkty	65
6.2	Platforma Linux	66
6.3	Microsoft Excel	69
6.4	Didaktické fyzikální hry	74
6.4.1	PeXeSo	74
6.4.2	Fyzikální křížovky	76
6.4.3	Fyzikální osmisměrky	80
6.4.4	Crayon Physics Deluxe/Numptyphysics	82
6.4.5	Physikus	83
6.4.6	Liška Ryška: Záhada bermudského trojúhelníku	84
6.5	Zdroje informací, encyklopedické produkty, úlohy	86
6.6	Demonstrace jevů, pokusů a zapojení počítače pro měření	87
6.7	Diagnostika fyzikálních znalostí a dovedností žáků	88
6.8	Autorské systémy	89
6.8.1	SmartNotebook	89
6.8.2	FlexiAutor	89
6.8.3	EduRibbon	90
6.9	Prezentace	90
6.9.1	Prezentace generované na lokálním zařízení	90
6.9.2	Prezentace generované přes webový prohlížeč	91
7	Pedagogická sonda	92
7.1	Použité metody	92
7.2	PeXeSo	92
7.2.1	Popis výzkumného vzorku	92

7.2.2	Průběh měření	92
7.2.3	Hodnocení	93
7.2.4	Výsledky měření – pretest	94
7.2.5	Výsledky měření – posttest	95
7.2.6	Grafy	97
7.2.7	Metoda identifikace nejčastějších chyb před a po aplikaci <i>PeXeSa</i>	97
7.3	Simulace automobilu	98
7.3.1	Popis výzkumného vzorku	99
7.3.2	Průběh měření	99
7.3.3	Hodnocení	99
7.3.4	Výsledky měření – pretest	101
7.3.5	Výsledky měření – posttest	102
8	Závěr	104
8.1	Plnění cílů teoretické části práce	104
8.2	Plnění cílů praktické části práce	105
8.3	Přínos řešené problematiky pro rozvoj předmětové didaktiky a praxi	105
8.4	Ověření měřícího nástroje	105
8.5	Doporučení pro další výzkum a pokračování práce	105
	Literatura	107
	A Příloha Simulace jízdy automobilu	i
	B Příloha Fyzikální křížovky	iii
	C Příloha Pexeso	xiii
	D Příloha Osmisměrky	xv
	E Příloha CD-ROM	xviii

1 Úvod

Hlavním cílem této diplomové práce je návrh praktických aplikací konstruktivistického pojetí výuky ve formě aktivního vytváření podnětů a integrace výsledků poznávání žáků při použití moderních informačních technologií ve výuce fyziky základní školy. Kombinací výhod moderních technologií a pedagogických kompetencí učitele je možné nejen předávat a osvojovat nové poznatky ve fyzice, ale i odbourávat miskoncepce záměrným vyvoláním poznávacích konfliktů či pozitivně ovlivňovat postoje žáků k přírodním vědám. Výběr vlastních úloh je zaměřen na problematické fundamentální fyzikální soustavy, ve kterých se žáci často dopouštějí chyb či jsou demotivujícím faktorem až bariérou při jejich dalším přírodovědném poznávání. Neméně důležitým cílem je zmapování možností počítačové podpory výuky fyziky na základní škole s akcentem na konkrétní didaktické přínosy, na pozitiva i negativa vlastního vyučovacího procesu, na tvorbu unikátních jednoduchých zajímavých aplikací aktivizující žáky k činnosti zábavnou a nenásilnou formou v problematických pasážích nejen fyziky, ale díky neostrým hranicím vyučovacích předmětů i matematiky a technické výchovy na základní škole, event. nižším stupni gymnázia.

Dílčím cílem práce je zaměření na analýzu vývoje didaktiky fyziky nižšího školství na území dnešní České republiky, Moravy a Slezska, které nejsou uceleně v literatuře zdokumentovány a kde je nutné pracovat s velkým množstvím rozličných pramenů. Velké množství literatury se věnuje pouze samotné historii fyziky, avšak didaktickou stránku zcela pomíjí. Úvod této práce je zasazen do dávné historie pravěku, ve kterém pravěký člověk využíval některých fyzikálních zákonitostí i jevů empirickou formou bez jejich bližšího zkoumání či je přisuzoval nadpřirozeným jevům. Již v tomto dávném období počíná první forma učení – učení nápodobou a formou předvědeckých zkušeností. Významný krok vpřed nastal díky rozvoji písma, které umožnilo písemný záznam myšlenek a informací i jejich pozdější reprodukci. V tomto období nastává další významný mezník z didaktického hlediska – musel existovat systém výuky řeči a písma a později začíná vznikat přírodní filozofie, předchůdkyně dnešní fyziky. V období antiky nastal prudký rozmach přírodních věd a vzniká celá řada fyzikálních objevů.

Přibližně tisícileté období středověku lze z hlediska přírodních věd připodobnit k období temna, a to především kvůli přísné církevní dikci. Nicméně počátkem středověku pro omezený okruh obyvatel vzniká forma hromadného vzdělávání. S nástupem novověku nastává odklon od středověkého pojetí vědy a díky rozvoji průmyslu i obchodu dochází k důležitým fyzikálním objevům i technickým vynálezům tzv. klasické fyziky. Významným přelomem pro šíření písemných děl byl vynález knihtisku. Velká pozornost je věnována nižším stupňům školství od tereziánských reforem, formám výuky fyziky, jejího obsahu i obecné dostupnosti vzdělání. Pozornost je věnována i vzniku a pozadí technických zařízení pro usnadnění výpočtů, předchůdcům dnešních kalkulaček a počítačů.

Další část pojednává o současném pojetí výuky fyziky na základních školách s přesahem do blízké budoucnosti, dále je přiblížena dnešní koncepce výuky fyziky a v následující části je stručně popsána současná situace v oblasti didaktických

prostředků, vztahujících se k tématu vlastní práce – hardware a software s důrazem na možnosti výuky fyziky.

Nejrozsáhlejší a stěžejní kapitola celé práce *Software ve výuce fyziky* zpočátku stručně objasňuje základní pojmy, například modelování a simulaci, a v jejím dalším textu jsou popsány použitelné produkty pro fyziku základní školy včetně vhodných příkladů jejich potenciálního použití.

V praktické části byla vytvořena simulace jízdy automobilu, která v reálném čase nejen vykresluje průběh grafu dle ovládání pedálů automobilu – plynu a brzdy, ale umožňuje i různá nastavení i změnu parametrů a v neposlední řadě v módu *Jízda dle zadaného grafu* cíleně vede žáka k takovému stylu jízdy, který je zobrazen na náhodně vygenerovaném grafu.

Další aplikací praktické části je *PeXeSo*, jejíž pravidla znají děti již od mateřských škol, zde konkrétně se základními fyzikálními schématickými symboly z elektřiny a magnetismu. Aplikace je koncipovaná jako otevřená, a tak lze jejich možností využít v libovolném oboru fyziky.

Další didaktickou hrou jsou *Fyzikální křížovky*, které umožňují generování křížovek dle jednotlivých oborů fyziky nejen učitelé, ale i samotnými žáky.

Poslední praktickou aplikací je *Inspektor a řešitel osmisměrek*, která slouží ke kontrole, event. úpravě osmisměrek, neboť i drobná chyba v jejím zadání znemožní její úspěšné řešení a v takovém případě může být pro žáky její luštění demotivující. V rámci práce vznikla i fyzikální osmisměrka pro žáky 9. tříd.

V neposlední řadě některé aplikace podněcující žáky k aktivnímu přístupu byly nasazeny přímo při výuce na základní škole a na nižším stupni víceletého gymnázia v našem regionu a posléze byla statisticky vyhodnocena jejich efektivita.

Cíle a úkoly práce

Hlavním cílem diplomové práce je navrhnout konkrétní metody a úlohy počítačem podporované výuky předmětu *Fyzika na ZŠ*, které zefektivní její průběh i výsledky, přičemž budou respektovat výzkumně zjištěný výsledek ověřování efektivity vybraných úloh, budou podporovat samostatnost v myšlení a aktivitu učícího se jedince a předcházet vytváření bariér v žákově učení a poznání.

Dílčí cíle k dosažení tohoto hlavního cíle lze spatřovat v rovině teoretické, empirické a praktické.

Cíle teoretické

1. *Geneze a evoluce výuky fyziky* – na základě studia odborných zdrojů charakterizovat historická, současná a ve vizi i budoucí pojetí výuky fyziky s primárním důrazem na didaktickou stránku (především v oblasti používaných cílů, prostředků, metod, organizačních forem a didaktických zásad); pokusit se objektivně zhodnotit pozitiva i negativa zařazených přístupů k výuce fyziky.
2. *Současné pojetí výuky fyziky* – popsat současné pojetí a didaktické trendy ve výuce fyziky na základní škole
3. *Moderní didaktická technika* – průřezově analyzovat aktuálně ve školství používanou didaktickou techniku, stručně ji charakterizovat a uvést výhody a nevýhody jejího zařazení do výukového procesu s akcentem na předmět *Fyzika*.
4. *Nezbytné předpoklady pro počítačovou podporu výuky fyziky* – vytvořit základní přehled o vývoji požadavků a předpokladů pro úspěšnou realizaci počítačem podporované výuky fyziky.
5. Kvalitativně analyzovat, systematizovat a porovnat již existující software ve výuce fyziky a uvést konkrétní příklady jeho využití.
6. Vyselektovat možnosti k navržení nových úloh pro počítačem podporovanou výuku fyziky.

Cíle empirické

1. Kvalitativně i kvantitativně diagnostikovat změny v poznacích žáků před a po použití vybraných návrhů nových metod počítačem podporované výuky fyziky.
2. Provést detailní analýzu efektivity nových úloh, zaznamenat základní statistické popisné charakteristiky a typy změn, identifikovat případné odlišnosti, nejčastěji se vyskytující chyby, případně typy odpovědí.

Cíle praktické

1. Vytvořit návrh a dokumentaci nových metod a úloh počítačem podporované výuky fyziky.
2. Organizačně zajistit a provést terénní pedagogickou sondu.
3. Vytvořit prezentaci diplomové práce.

2 Geneze a evoluce výuky fyziky

Etymologie termínu fyzika vychází z řeckého základu slova $\varphi\psi\sigma\iota\varsigma$ (physis = příroda), respektive $\varphi\psi\sigma\iota\kappa\omicron\varsigma$ (physikos = přírodní) [1]. Již v dávných dobách předchůdce člověka pouze smyslově nazíral na přírodní zákonitosti, jevy a události, později je začal pozorovat, posléze laicky zkoumat, poznávat, vysvětlovat a poté dokazovat. V tomto dlouhém maratónu hledání vznikaly i chybné či polopravdivé závěry z hlav tehdejších géniů, z nichž některé se nám dnes mohou zdát úsměvné, nicméně bez této myšlenkové evoluce později objevené a dodnes platné fyzikální zákony by nemohly vzniknout. Vznik fyziky jako vědy není možné časově jednoznačně určit, obecně lze chápat **zrod fyziky v době, kdy vědci začali systematicky zkoumat přírodní jevy a vysvětlovat je bez vlivu tajemných sil, dále je mnohdy experimentálně ověřovali a přidali nezbytný matematický aparát pro jejich popis**. Fyzika jako věda se vyvinula z ostatních věd až mnohem později, především z (přírodní) filozofie, z geometrie (optika); astronomie existovala jako samostatný obor. Fyzika zpočátku zahrnovala všechny nynější (v tu dobu existující) přírodní vědy, postupem času se její obor zužoval. V této kapitole bude chronologicky nastíněna historie (výuky) současného pojetí fyziky od prehistorického období po současnost s přesahem do blízké budoucnosti z hlediska nejdůležitějších mezníků dle časových úseků a důraz bude kladen na historii výuky fyziky, dostupnost vzdělání a na vynálezy přístrojů umožňujících usnadnění rutinních výpočtů. Zájemcům o bližší studium historie fyziky je doporučena literatura [4, 11, 17, 21, 24, 25].

2.1 Období dávného pravěku

V pravěku fyzika jako věda samozřejmě neexistovala. Pravěk starší doby kamenné z hlediska dnešního pojetí fyziky nepatří mezi epochy, ve kterých by docházelo k velkým objevům, zvláště vezmeme-li v úvahu fakt, že se jedná o období řádově mnoha desítek tisíc let. Předchůdce člověka ještě nebyl na vyspělé rozumové úrovni a navíc měl každodenní přízemní starosti o holé přežití. Jako myslící a uvažující tvor si navykl na vliv gravitace (předmět, který upadne, najde na zemi), uměl rozlišit předměty podle hmotnosti, měl určitou představu pro sílu i její skládání (věděl, že sám na zdolání mamuta nestačí, velký kámen sám ze země nezvedne), věděl o střídání světla a tmy, naučil se rozdělat a používat oheň, vyrábět jednoduché pomůcky i zbraně, naučil se poznávat vlastnosti jednotlivých látek a materiálů (kámen, dřevo, kosti) a v rámci možností využíval jejich vlastností (pazourek, oštěp, sekyra), a to vše na základě empirie. Dorozumívání bylo realizováno prostřednictvím posunků a skřeků. Nicméně již v pravěku probíhá učení nápodobou nejčastěji z hlediska technických činností. Předchůdce člověka intuitivně ovládal část základů mechaniky – uměl vykonávat pohyb, vyvinout potřebnou sílu či uměl využít kinetické energie pravěké sekyrky či pěstního klínu, ale i termiky – dovedl využívat kožešinu ulovených zvířat k oblékání. Některé původy jevů jako například duhy, hromu, blesku, zemětřesení či zatmění Slunce pochopit neuměli, a proto se často uchylovali k dnes nelogickým vysvětlením, např. mýtům, nadpřirozeným bytostem či přinášením obětí. V této době na-

hodile získané poznatky nebylo možné předat v písemné formě dalším generacím, proto se znalosti předávaly z generace na generaci. Později byly položeny základy grafického vyjádření na stěnách jeskyní. Hlavními motivy kreseb byla zvířata, nicméně na některých malbách lze pozorovat i jednoduché geometrické útvary. Prvním předpokladem pro rozvoj nejen přírodních věd byla schopnost pokročilejšího grafického záznamu v mladší době kamenné (9000 let před n. l.).

2.2 Období doby měděné a bronzové

Historicky toto období spadá do počátku starověku. V prehistorických dobách byly přírodní vědy, mezi které se dnes fyzika řadí, limitovány úrovní grafických, písemných a řečových projevů. Mnohem důležitějším předpokladem než první jeskynní malby byl rozvoj písma v jižní Mezopotámii v době kolem 4000 let př. n. l., kdy byl vytvořen první vývojový stupeň klínového písma, později i ve starověkém Orientu. Bez ohledu na časovou disproporci je i v dnešní době možné počítačově pracovat v kódování Unicode, označovaného normou ISO 10646, s klínovým, fénickým, krétským písmem, dokonce i indického dévanágarí (v běžné řeči zvaný řeči sanskrt). Egypťské hieroglyfy byly přidány až v roce 2009 společně s další řadou nestandardizovaných starověkých písem. V dnešní době lze psát knihy s využitím téměř všech hojně rozšířených starověkých písem, a to i na jedné stránce v dokumentu.

V této době byly položeny společné základy pro všechny vědy — písma a řeči. Zde nastává první mezník z hlediska didaktického – již zde musel existovat systém výuky pro vybranou část obyvatel z hlediska těchto nových objevů. Existence škol byla skutečně prokázána v Mezopotámii již počátkem 3000 let př. n. l. nálezy břidlicových tabulek se seznamy slov určených k výcviku čtení a psaní. Tehdejší společnost byla hierarchicky rozdělena a školy mohly navštěvovat jen děti z nejvyšších vrstev [2, s. 11] a byly obvykle součástí panovnických dvorů. Ani v této době však stále neexistovala fyzika jako věda, ale byla součástí přírodních věd, často příbuzných filozofii, nazývaná též **přírodní filozofie**. Člověk v této době dovedl využívat vynálezu kola při těžbě hornin, uměl zpracovávat měď a využívat tažné síly zvířat. V tomto období je patrný rozdíl vývoje mezi Evropou a Asií, v době, kdy se v Evropě začala zpracovávat měď, v Asii již vznikaly první otrokářské státy.

V době kolem 2500 let př. n. l. nechali faraonové postavit v severním Egyptě pyramidy [3, s. 16]. Dodnes nebyl věrohodně objasněn způsob, jak mnohatunové bloky přemísťovali a tudíž nelze s jistotou určit úroveň tehdejších technických znalostí, nicméně je prokázáno, že v této době existovala číselná soustava (hieroglyfické číslice) a byly zavedeny základní fyzikální veličiny – délka, hmotnost, objem a čas [4, s. 12]. Egypťané uměli vypočítat plochy i objemy geometrických těles [3, s. 148].

Prvním mechanickým nástrojem této doby umožňujícím počítání s čísly byl abakus, nejdříve používaný v Babylónii, později se objevil v mnoha státech v různých modifikacích [5].

2.3 Období doby železné

V období doby železné člověk uměl docílit spalováním uhlí vyšších teplot a suroviny pro výrobu železa byly dobře dostupné. Z tohoto období jsou dochovány různé nástroje – kleště, kladiva, sekyry, srpy, z pozdějšího období Keltů kosa, rotační mlýny a hrncířské kruhy. Začínají se prohlubovat sociální rozdíly mezi chudými a bohatými, vzdělání získávají pouze tzv. druidové, duchovní mající vysoké postavení. Stojí za zmínku uvést, že vytvořili první horoskop a věnovali se astronomii i astrologii. Dochovaných pramenů je žalostně málo, neboť druidové měli zakázáno cokoli psát, proto se vzdělávání uskutečňovalo pouze ústní formou. Výchova a vzdělání se odehrávala převážně v rodovém kruhu.

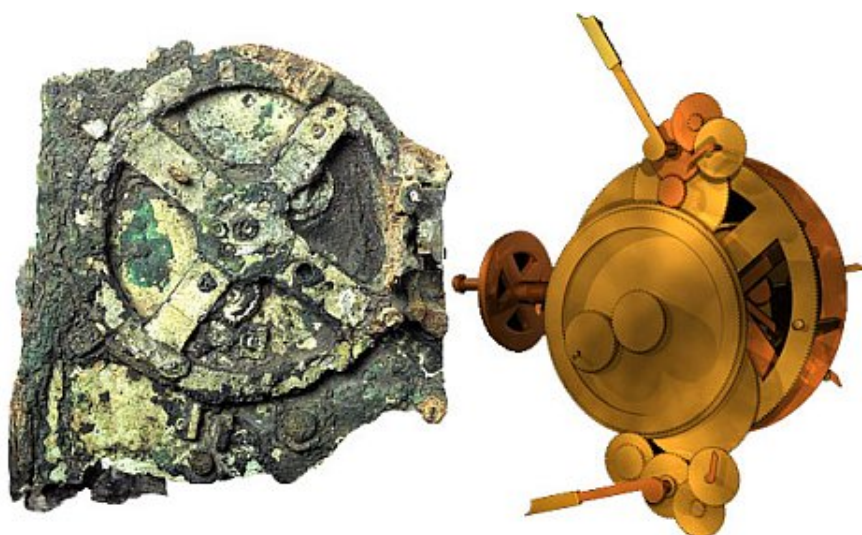
2.4 Antika

Antika se chronologicky řadí mezi poslední část starověku, kdy dochází k prudkému rozmachu filozofie, přírodních věd a matematiky.

2.4.1 Starověké Řecko

Starí Řekové převzali nejen zkušenosti, ale i objevy téměř od všech ostatních národů a část nejvyšší třídy se mohla věnovat filozofii. Snažili se o bezprostřední vysvětlení jevů bez velkých teologických úvah, avšak bez aplikací do běžného života. Již ionští Řekové znali váhy, olovnici, páku, úhломěr, kružítko, ale spíše se jednalo o empirické objevy než výsledky vědeckého zkoumání [4, s. 12].

Ve starověkém Řecku proslula svými výklady řada filozofů či jejich žáků. Jejich výčet je nad obsahový rámec této práce, je uvedena pouze tabulka s nejvýznamnějšími antickými učiteli s jejich objevy.



Obrázek 2.1: Nalezený fragment a rekonstrukce prvního analogového počítače: objevený ve vraku lodi z let 150–100 př. n. l. mezi Kythérou a Krétou [6]

Objevitel	Přibližný časový údaj	Objev/zákon
Thalés z Milétu	620 př. n. l.	první významný filozof, geometr a astronom
Pythágorás	550 př. n. l.	Pythagorova věta ¹ , hudba sfér
Démokritos z Abder, resp. Leukippos	500 př. n. l.	atom jako základní jednotka hmoty
Platón	387 př. n. l.	Založení Akademie ²
Aristotelés	350 př. n. l.	položení základů více věd, spisem Fyzika položil základy fyziky téměř na dvě tisíciletí, uznával pozorování, ne však matematiku, jeho (nesprávná) geocentrická koncepce přetrvávala více než tisíc let
Aristarchos ze Samu	270 př. n. l.	první heliocentrická hypotéza
Archimédés ze Syrakus	240 př. n. l.	hydrostatika (Archimédův zákon), mechanika (rovnováha)
Hipparchos	140 př. n. l.	délka slunečního roku, vzdálenosti M, Z a S, souhvězdí
Hérón Alexandrijský	asi 100 n. l.	určení těžiště těles, technické vynálezy, Heronova baňka
Ptolemaios	140 n. l.	pohyby planet, katalog hvězd, optické objevy

Tabulka 2.1: Stručný přehled objevů a vynálezů antiky [autor]

Vzdělání v starém Řecku nebylo povinné [8] (mimo chlapců ve Spartě) a bylo poskytováno soukromými učiteli za úplatu, proto jej mohli dopřát svým dětem pouze svobodní zámožnější rodiče a většinou byli vzděláváni pouze chlapci. Vzdělání bylo zaměřeno poměrně komplexně a týkalo se i výchovy, zvláště v počátku antiky a na rozdíl od Sparty bylo nezávislé na státu. Složení obyvatelstva tvořili z 80 % bezprávní otroci [9, s. 27], kteří vzdělání obvykle nebyli.

„V antice se poprvé v historii lidstva objevují snahy o výchovu člověka ve svobodného a mravního občana. Není zde žádné organizované kněžské kasty, která by si přisvojovala výhradní právo na výchovu. Vychází se spíše z poezie (Homér) než z posvátných knih... Na druhou stranu byla zanedbána výchova pracovní“ [9, s. 30].

¹Babyloňané znali „Pythagorovu větu“ již více než 1000 let před Pythagorem [7, s. 55].

²Akademie byla starověká filozofická škola, založená v Athénách, kterou založil Platón po roce 388 př. n. l. a představuje první odbornou výukovou a výchovnou instituci. Vyučovanými obory byla matematika, astronomie s kosmologií, etika, státověda a filozofie [9, s. 39].

Výuka měla charakter domácího vyučování, často se v rolích domácích učitelů objevovali i otroci (paidagogoi) [10, s. 366]. Fyzika již byla vyučována od 6. století př. n. l. [9, s. 31].

V Egyptě, v té době ovládaným Řeky, kolem roku 331 př. n. l. vzniká nové město, Alexandrie, jehož důležitou součástí byla proslulá Alexandrijská knihovna a vědecká škola pěstující všechny vědy.

2.4.2 Starověký Řím

Ve starém Římě školy vznikaly po roce 450 př. n. l. [9, s. 50]. O něco později se narodil Seneca, obecný filozof, ale i autor osmidílného kompilačního díla používaného ve středověku jako učebnice fyziky [11, s. 161]. Jeho didaktické smýšlení potvrzuje filozofické heslo: „*Nemáme se učit pro školu, nýbrž pro život*“. Vzniklé školy byly také soukromé a lišily se od řeckých absencí tance, hudby, poezie, avšak vyučovala se navíc znalost práva [9, s. 50–51]. Fyzika se jako samostatný předmět nevyučoval. Zajímavý je Senecův komentář při výuce:

„Když byla např. probírána duha, museli studenti nejdříve vyslechnout, co si o ní mysleli všichni Senecovy předchůdci; teprve pak přišly na řadu autorovy vlastní představy... a pak studenti mohli vyučovanou látku doplňovat vlastními poznatky“ [3, s. 120–121].

Až o necelé tři století později získává ve školách místo matematika, astronomie a filozofie, a to díky působení řeckému vlivu.

„Když Řekové zkoumali fyzikální jevy, nesnažili se je simulovat (napodobit) nebo (pokud byly složité) rozčlenit na jednodušší a pak ověřit, jak skutečnost souhlasí s teoretickou konstrukcí. Novověkou fyziku odlišuje od její antické předchůdkyně především experiment – takové umělé zopakování přírodních jevů, při němž se odstraňují vedlejší nepodstatné efekty a jeho cílem je potvrzení teoretického předpokladu. Proč starověcí fyzikové neexperimentovali? Možná proto, že až na výjimky (Archimédés, Hérón) neměla jejich věda praktické využití“ [11, s. 168].

Výše citovaný autor nejspíš nebral v úvahu astronomii, traduje se, že již Thalés uměl předpovědět zatmění Slunce již v 6. stol. př. n. l. [12], Ktésibios zkonstruoval přesné vodní hodiny, tzv. klepsydry [3, s. 143], běžné byly i sluneční hodiny nebo v Římě vynalezený beton [13].

Pro antiku byla typická individuální organizační forma a výuková metoda přednášky s dialogem. Na konci antiky vznikaly veřejné knihovny a v roce 425 n. l., vznikla první skutečná univerzita ve městě Konstantinopol [14]. Studovat zde bylo možné všechny obory mj. astronomii, aritmetiku a geometrii [11, s. 193], [15]. Na této univerzitě vyučovali Řekové i Římané, studovat zde mohli nejen vyznavači křesťanského náboženství [11, s. 193].

2.5 Středověk

Počátek středověku je časově zasazen do doby vzestupu křesťanství, které vzniklo kombinací různých kultur. Na rozdíl od plodného období antiky, kdy přírodní vědy vzkvétaly, lze přibližně tisícileté období středověku z pohledu přírodních věd připodobnit k období novověkého temna, díky skutečnosti, že ve středověku na vědu i vzdělání rozhodující vliv měla církev, která potlačovala i trestala intelektuální vzdělání, jež bylo v rozporu s křesťanskými principy. Netýkalo se to absolutně všech dnešních odvětví fyziky – optika a mechanika byly relativně v popředí zájmu. Optika kvůli tomu, že první věta Boha o stvoření světa zní: „*Tu řekl Bůh: Budiž světlo! I stalo se světlo*“ [16, s. 15]. Mechanika z toho důvodu, že za vším pohybem dle křesťanského učení musí být Bůh. Nicméně středověká fyzika často klesala pod úroveň starověkých učenců [17, s. 21].

Počátkem středověku začaly vznikat klášterní a katedrální školy. Studium zahrnovalo vícestupňový systém (elementární vzdělání, trivium a kvadrimum). Elementární vzdělání obsahovalo čtení, psaní a zřídka počty [9, s. 66] a bylo uskutečňováno na farní škole. Kvadrimum obsahovalo například aritmetiku a geometrii (ta obsahovala optiku), ale údajně nejoblíbenějším předmětem byla astronomie. Po karolínských reformách vznikala trojstupňový systém, který přetrvává dodnes: základní, střední a vysoké škola [11, s. 194]. „*Výchova dětí poddaných probíhala v rodině a mimo ni byla zajišťována církví*“ [9, s. 83]. Na středověkých školách byly obvyklé tělesné tresty, převládalo pamětní učení a používané metody byly velmi primitivní [9, s. 67], dominovaly metody slovní [18, s. 181]. Tyto školy přetrvaly až do 16. století.

V době rozkvětu feudalismu se přístup ke škole odlišoval pro vládnoucí třídu feudálů a pro lidové masy, které byli závislé na feudálech. Později vznikají středověké univerzity³, jelikož klášterní i katedrální školy nebyly schopny zajistit vědeckější úkoly [9, s. 73]. „*Ve středověku byla šířitelem vzdělání vedle univerzit téměř výlučně církev*“ [9, s. 80].

Později vznikají školy cechovní a kupecké, které rodiče dětem platili a farní školy se transformují na partikulární školy, kde učitelé nemuseli mít žádnou zvláštní kvalifikaci, stále však přetrvával církevní dozor. Podle rozsahu učiva partikulární školy se nazývaly:

1. menší škola
2. střední škola
3. vyšší škola
4. později gymnasium [9, s. 84]

„V pozdním středověku, v období pozdní scholastiky, bránila deduktivní metoda pokroku zvláště v oboru přírodních věd, kde je důležitá indukce, experiment, pozorování a nikoli logické vyvozování závěrů z všeobecně daných premis“ [19, s. 52].

³V pořadí 32. v Evropě vzniká Univerzita Karlova (1348) [9, s. 74], kde vyučovacím jazykem byla latina.

Postupně přichází osobnosti kritizující stávající systém či reformátoři (např. John Wycliffe, Jan Hus, později Tomáš Štíttný) a úspěšné snahy škol se vysvobodit z církevní dikce. V islámském světě je nutné zmínit jména jako Avicenna a Alhazen, ve Francii R. Bacon (experiment), v Německu Mikuláše Kusánského, jenž později z hlediska didaktického výrazně ovlivnil J. A. Komenského, z hlediska myšlenky infinitezimálního počtu Leibnize, z hlediska kosmologie Kopernika, Keplera i G. Bruna [20].

Konec starověku znamená konec tzv. „staré fyziky“.

2.6 Novověk

V počátečním období novověku, které začíná renesancí v Itálii, postupně nastává odklon od středověkého pojetí vědy. Nastává rozvoj mořeplavby, průmyslu, později i obchodu a s tím související revoluční objevy v experimentální přírodovědě a jejím matematickém zpracování, k mnoha objevům a vynálezům (Galilei, Kopernik, ...) [19, s. 64]. V tomto období začínají vznikat fyzikální objevy, které dodnes tvoří náplň učebnic fyziky (Keplerovy n. Newtonovy zákony, Torricelliho pokus, Pascalův zákon, Hookův zákon, Huygensův princip) a mluvíme zde o počátku klasické fyziky⁴, která začala vznikat před zhruba 400 lety. „Vědami se v 17. století rozuměla především astronomie, matematika a fyzika, která zahrnovala mechaniku, optiku, chemii a biologii“ [24, s. 66]. Členění věd nebylo jednoznačné, vždyť Newton se v 17. století stal profesorem geometrie [17, s. 16] a Faraday se ještě na počátku 19. století považoval za experimentálního přírodního filozofa [17, str. 17]. Za prvního českého fyzika považujeme původně lékaře Jana Marka Marků, v oblasti fyziky se zabýval srážkami koulí, pružnými i nepružnými rázy, orientaci na moři pomocí astronomie, v matematice zkoumal kvadraturu kruhu [4, s. 212–213]. Nejdříve se od fyziky odloučila biologie, lékařství a přírodopis a později chemie (viz dále) [10, s. 439].

Z hlediska šíření písemných děl byl významným přínosem vynález papíru v 12. století a v 15. století knihtisku⁵. V této době se objevuje řada renesančních pedagogů, humanistů i utopistů s leckdy pokrokovými názory, které později převzali jejich následovníci, kupříkladu italský filozof Campanella ve svém díle Sluneční stát navrhuje koncepci výchovy všech dětí řízené státem, přikládá velký význam právě matematice a přírodním vědám, odmítá učení z knih a je průkopníkem nové názorné metody vyučování hrou. Tuto myšlenku později převzal otec didaktiky v českých zemích J. A. Komenský ve svém díle Orbis pictus [19, s. 75–76]. Komenský v tehdejší době navrhl komplexní pedagogický systém i nové učební metody, z nichž je řada aplikovatelná dodnes. Poměrně málo známé je jeho dílo oborové didaktiky zaměřené na výuku přírodních věd s názvem Přehled fyziky. Komenský se snažil i o studium přírodních věd, spíše se však nechal inspirovat jinými autory (Campanellou, Baconem a dalšími italskými přírodními filozofy), z hlediska dnešní fyziky jeho úvahy většinou nebyly správné či přesné [22]

⁴Klasickou fyzikou dle [23] rozumíme fyziku stálé hodnoty objevenou všeobecně uznávaným vědcem. V širším kontextu se jedná o veškerou fyziku do konce 19. století, tzn. fyziku vyjma moderní (teorii relativity, statistickou a kvantovou fyziku). Někdy klasická fyzika bývá označována jako novověká [17, s. 11].

⁵V Číně byl knihtisk vynalezen o mnoho století dříve.

a v jeho výkladech se stále objevuje příliš náboženských prvků. „*Komenský staví do popředí nutnost znalostí o přírodě a lidské práci (fyzika, geografie, mateřský jazyk, cizí živý jazyk, historie), mravní výchovu a výchovu k aktivnímu uplatnění se člověka v společnosti jako dobrého občana*“ [19, s. 100]. Komenského pokrokový pedagogický systém našel uplatnění spíše v okolních evropských zemích než u nás. V pobělohorském období odešlo do exilu mnoho významných osobností, včetně Komenského. V 17. a 18. století byly Komenského myšlenky potlačovány hlavně díky působení jezuitského řádu [19, s. 102]. Znovuobjevení Komenského myšlenek nastalo až na počátku 19. století.

V Anglii byl významnou osobností J. Locke, který zdůrazňoval význam přírodních věd (nazýval je ještě přírodní filozofií) a nových metod vědeckého poznání a pokouší se dosáhnout smíru vědy s náboženstvím.

Ve Francii byl významným osvícenským myslitelem J. J. Rousseau, známý svobodnou výchovou a respektováním přirozenosti dítěte. Ohlas Rousseauových děl sahal od změn na ruských školách až po německého filozofa I. Kanta. Rousseau považoval za důležité poznání přírody. Další osobností byl M. J. A. Condorcet, francouzský filozof, který v roce 1792 navrhl nový nástin školského systému se čtyřmi stupni.

Ve Švýcarsku byl důležitou osobností pedagogiky H. Pestalozzi, v Německu J. F. Herbart.

Historie výuky fyziky je v posledních přibližně 400 letech poměrně těsně spjata s úrovní vědeckého poznání konkrétní doby, postupem času ubývalo náboženských prvků a dále se postupem času zkracuje časová diference mezi objevením, použitím či experimentálním ověřením fyzikálních objevů, vzpomeňme objevení Newtonova gravitačního zákona a po více než století experimentálním ověřením gravitační konstanty H. Cavendishem⁶.

Díky snahám tehdejších vědců o usnadnění namáhavých a zdlouhavých výpočtů se rodí počátek počítačové historie u Wilhelma Schickarda, který sestavil mechanický počítačový stroj a obdobný stroj ve svých devatenácti letech sestrojil později B. Pascal s názvem Pascaline⁷.

2.7 Konec 18. a první polovina 19. století

18. století a část 19. století je některými historiky fyziky nazýváno století elektřiny [25]. Vzpomeňme na Coulomba, Ampéra, Oersteda, Gausse, Ohma, Faradaye, Kirchoffa, teoretika Maxwella, Hertze, Watta a Teslu.

Situace ve školství v době před tereziánskými reformami byla velmi špatná. Vyučování bylo realizováno často v nevyhovujících podmínkách, učitelé neuměli mnohdy více než číst či psát [21, s. 92]. Díky překotnému rozvoji průmyslu, zavedení měř a vah, rozmachu obchodu, silicímu proudu osvícenství a rostoucí chudobě obyvatel, bylo nutné zvýšit úroveň vzdělanosti. Vyhlášení školské reformy v roce 1774 císařovnou Marií Terezií přes nesouhlas církve a šlechty umožňovalo vzdělání všech dětí bez rozdílu původu [26]. V prvních letech povinná školní

⁶Gravitační konstanta je jednou z nejsložitěji prováděných a nejméně přesně experimentálně zjištěných konstant z důvodu slabé interakce $G = (6,6742 \pm 0,0010) \cdot 10^{-11} \text{ N} \cdot \text{m}^2 \cdot \text{kg}^{-2}$

⁷U vzniku prvně jmenovaného počítačového stroje stál slavný fyzik J. Kepler.

docházka nebyla striktně vyžadována a dívky se jí dočkaly až o šest let později. Autor školské reformy I. Felbiger napsal Methodní knihu, ve které preferoval hromadné vyučování ve třídách (dosud bylo obvyklé individuální vzdělávání), postup od jednoduššího k obtížnějšímu, od známého k neznámému a oceňoval rozhovor učitele s žáky o předneseném učivu [14]. Je zřejmé, že řada uvedených didaktických zásad nachází uplatnění i v současné době. V elementárních školách se však přírodozpyt (viz dále) vyučoval pouze formou četby a výkladu odborných článků ze školních čítanek [27]. Charakter tehdejších učebnic odpovídal herbaristickému pojetí výuky – byl popisný a příliš vyprávějí s minimem ilustrací a příkladů [28].

Od roku 1775 se učitelem nemohl stát člověk bez řádného vysvědčení a odborné zkoušky, adeпти učitelství mimo hospitace předváděli i pokusy [19, s. 150–151].

Tereziánské reformy spolu s navazujícími reformami Josefa II. nastolily základ všeobecného vzdělání dostupného dětem méně majetných rodičů, úroveň školství byla značně pozvednuta a došlo ke vzniku či transformaci mnoha škol. Při realizaci reformy byl hlavním organizátorem stát, což vyvolalo jednak odpor z hlediska nuceného centralismu, hlavně však z důvodu silící germanizace (mimo nejnižších škol [29, s. 66]) a posléze přicházela doba národního obrození [30, s. 72].

V roce 1833 Charles Babbage navrhl řadu nových revolučních řešení v oblasti programovatelných počítačů a o pár let později francouzský důstojník Améde Mannheim přetvořil posuvné pravítko, původně sestavené Angličany Williamem Oughtredem a Edmundem Gunterem, do finální podoby logaritmického pravítka, dnešního předchůdce kalkulátorů, které se stalo početní pomůckou nejen pro studenty na další více než století.

2.8 Druhá polovina 19. století do roku 1918

V 19. století se jazykoví puristé snažili počestit všechna slova, a tak fyziku nazvali termínem „přírodozpyt“ nebo dříve „silozpyt“⁸. V přírodozpytu nebyla obsažena pouze fyzika, ale i chemie (lučba) a technologie.

Po roce 1855 zásluhou tzv. konkordátu (dohody mezi rakouskou vládou a Vatikánem), nastává církevní cenzura učebnic a dohled nad vzděláním získává opět církev. Rozvoj obecních škol byl pozastaven, zámožnější rodiny dávaly přednost vzdělání soukromému [29, s. 106]. Naštěstí období absolutismu po cca 10 letech končí a zprvu díky prosincové ústavě a později Květnovému zákonu (Velkému říšskému zákonu) církev ztrácí kontrolu nad vzděláním [30].

Pozitivním předpokladem pro výuku fyziky bylo založení Spolku pro volné přednášky z matematiky a fysiky (později Jednota českých matematiků a fyziků) v roce 1862, která se začala zabývat metodami výuky fyziky na všech druzích škol [31].

V Čechách byly školy měšťanské založeny v roce 1869, do roku 1883 to byly samostatné vyšší obecné školy. Posléze byly osamostatněny a měly jen tři třídy [32, s. 286]. První definitivní učební osnovy v Čechách byly stanoveny v roce

⁸Silozpyt je považován za vědu, která výjevy přírodní zpytuje, síly je zplozující a zákony činnosti jejich znáti učí [34].

1877 a byly na svou dobu velmi kvalitní, bohužel však nebyly závazné a učitel měl právo z nich vypustit některé méně důležité části, avšak nikde nebylo staveno, co musí být probráno [32, s. 284]. Zde lze zaznamenat pokrokový prvek svobody volby vyučovacích metod. Z pohledu výuky fyziky je zajímavé, že až po Velkém říšském zákonu byl přírodopis zaveden jako skutečný vyučovací předmět [27] v měšťanských školách, které zajišťovaly vyšší úroveň vzdělání než školy obecné [30, s. 74] a přírodopis byl vyučován v posledních třech ročnících po 3, resp. 4 hodinách týdně společně s přírodopisem [32, s. 288]. Je třeba vzít v úvahu fakt, že řada dětí mohla odcházet rovnou ze škol obecných [30, s. 74], a tak absolvovaly mimo jiných předmětů pouze „*nejsrozumitelnější a nejpotřebnější věci z přírodopisu*“ [29, s. 140]. Studium na měšťanské škole poskytovalo základy technického vzdělání [32, s. 287] a zavíralo cestu k vyššímu vzdělání. Zájemce o něj musel absolvovat střední školu či gymnázium, na kterých se platilo školné⁹ [33, s. 48], což omezovalo cestu k vyššímu vzdělání pro chudší vrstvy. V roce 1883 došlo k úlevám pro děti nemajetných obyvatel, které musely pracovat – povinná docházka byla de facto šestiletá a děti nemuseli chodit do školy každý den. Tento systém přetrval s mírnými změnami až do roku 1948 [30, s. 76].

„Je zajímavé, že na různých školách mohly být značné rozdíly v tom, co se žáci v přírodopisu učili. To bylo způsobeno tím, že pro přírodopis nebylo určeno mnoho vyučovacích hodin a tak nebylo možné probrat veškeré učivo. Proto učitel musel vybírat, co bude učit, a co vynechávat. Ministerské nařízení říkalo, že se má přihlídnout „*k praktickým potřebám příštího životního povolání*“ žáků. Takže na školách měšťanských se vyučovalo například o telefonu, elektrické dráze či telegrafu, zatímco na školách venkovských se učilo spíše o umělých hnojivech nebo o meteorologických jevech. Také byl rozdíl mezi školami chlapeckými a dívčími. Chlapci se učili více o různých strojích a o jejich užití v běžném životě a v průmyslu, dívky se zase více věnovaly složení a uchovávání potravin, barvení a bílení látek, čištění skvrn, výrobě mýdla a podobně. Ve výuce přírodopisu měly důležité místo i pokusy, školy ale mívaly problémy s pořízením pomůcek. Na nákup nebývalo dost peněz, proto si učitelé pomůcky a nejrůznější strojky někdy půjčovali buď z jiných škol, nebo od místních řemeslníků. To ovšem přinášelo více zlosti než užitku, protože mnohdy vznikaly spory o to, zda vypůjčená pomůcka byla či nebyla vrácena v pořádku. Učitelům tedy nezbývalo nic jiného, než aby si pomůcky sami vyráběli. V pedagogických časopisech a knihách vycházely podrobné návody, učitelé předváděli své výrobky na různých výstavách a nabízeli jejich zhotovení těm, kteří tak zruční nebyli. Konały se dokonce i letní kursy, na kterých se učitelé přírodopisu učili fyzikální postroje opravovat a ty jednodušší i sami vyrábět“ [35].

⁹Školné se platilo i na některých veřejných národních školách, bylo však mnohem nižší než na školách středních a děti chudých rodičů byli od něj osvobozeni, navíc velmi často se platilo z obecní pokladny. Až těsně před 2. sv. válkou bylo vládním nařízením od školného osvobozeno střední školství pro rodiče dětí s dobrým prospěchem [33, s. 49].

Tehdejší učebnice byly encyklopedického rázu, byly sice doplněny ilustracemi, avšak chyběly příklady na procvičování, zamyšlení či aplikace [36]. Pojetí výuky přírodních věd nebylo integrované, byť v jednom školním předmětu přírodopytu, jak bylo již uvedeno výše, byla součástí fyzika, chemie a technologie, avšak rozbořen dostupných učebnic zjistíme, že učebnice byly rozděleny na více samostatných sekcí téměř bez přesahů do jednotlivých částí.

Po vydání učebních osnov v roce 1910 na měšťanských školách¹⁰ byl vyučován přírodopyt v 1. a 3. ročníku týdně po 2 hodinách, ovšem v 2. ročníku chlapci po 3 hodinách a dívky po 2 hodinách týdně [29, s. 183].

Na počátku 20. století se zdálo, že výstavba fyzikálního obrazu světa je dokončena. O pár let později přišla Einsteinova teorie relativity a kvantová teorie, které změnily fyziku klasickou na moderní [24, s. 210–211].

V průběhu 1. světové války bylo pravidelné vyučování omezováno zabíráním školních budov pro vojenské účely nebo nemocnice, a tak často bylo ve škole vyučováno polovinu dne či střídavě. Po navrácení byly budovy poničené, učební pomůcky zničené či ukradené. Učitelé byly nuceni odejít na frontu a místo nich nastoupily nezkušené „výpomocné“ síly a tomu odpovídala kvalita výuky nejen z přírodopytu [29, s. 134–136].

„Pro žádný z vyučovacích předmětů nebyla nařízena ani zaváděna, alespoň u nás, určitá vyučovací metoda, jak tomu kdysi bývalo za vlády Methodenbuchu (Methodní knihy – pozn. aut.) a jak bylo tehdy při nízkém stavu učitelského vzdělání ostatně docela pochopitelné; bylo pouze stanoveno, aby veškeré vyučování bylo tak upraveno metodicky, aby všechny děti normálního nadání dosáhly cíle vyučovacího. Proto také bylo vypočteno, kterými vyučovacími pomůckami učebními má každá škola býti opatřena“ [29, s. 142].

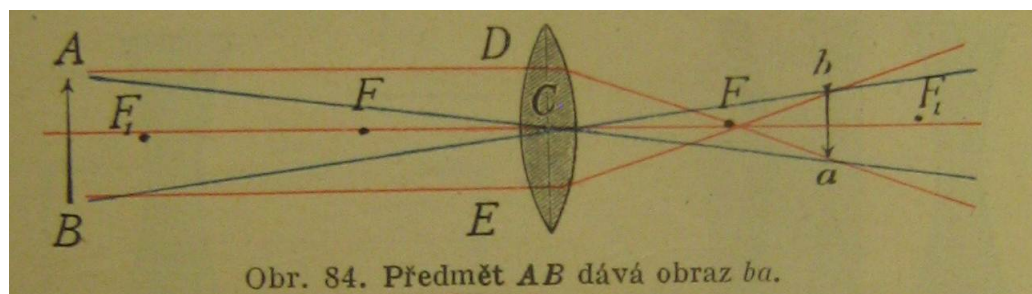
2.9 Období mezi světovými válkami a v průběhu 2. světové války

Po 1. světové válce a vzniku samostatné republiky došlo opět k zavedení pravidelné výuky. Po rozpadu Rakouska–Uherska a vzniku českého státu zůstaly v platnosti školské zákony z dob Rakouska–Uherska a došlo pouze k drobným změnám [30, s. 79] i přes reformní snahy zvláště v 20. a 30. letech (V. Příhoda, O. Chlup). V roce 1929 vzniká první Pedagogická fakulta v Čechách, zpočátku soukromá [10, s. 409].

V roce 1935 bylo zákonem stanoveno, aby všechny děti mohly navštěvovat školu měšťanskou, tzn. přírodopyt v rozšířené podobě mohly absolvovat všichni žáci. Bohužel následující politická situace způsobila, že realizace zákona byla omezena [30, s. 80]. V období 2. světové války na „*měšťanské školy, které se staly výběrovými, smělo být přijato pouze 35 % dětí, ostatní byly nuceny plnit povinnost školní docházky na obecných školách*“ [19, s. 267].

¹⁰V Českých Budějovicích na konci 1. světové války pro 32 000 obyvatel byla jen jedna měšťanská škola chlapecká a jedna dívčí [29, s. 187].

Učebnice tehdejší doby obsahovaly již více obrázků, byly přehlednější, například obrázky u geometrické optiky byly již barevné a obsahovaly úkoly pro žáky [38] – viz obrázek číslo 2.2.



Obrázek 2.2: Ukázka z učebnice [37, s. 107]

V období těsně před a během 2. světové války dochází k mnoha technickým objevům, např. štěpení atomu, vynálezu nových umělých vláken, úspěchům v technice využívaných armádou – ponorky, letadla, umělá vlákna, jaderné a chemické zbraně. V neposlední řadě byl v Německu sestaven první použitelný číslicový počítač Zuse Z3 s programem uloženým na děrované filmové pásce. Počítače z té doby byly převážně reléové. Hnací silou při sestrojování počítačů v době 2. světové války bylo použití k výpočtům při vývoji jaderných zbraní či dekódování šifer.

2.10 Období po 2. světové válce

2.10.1 Období 1945–1948

Brzy po ukončení války se objevily reformní tlaky za vytvoření tzv. jednotné školy a roku 1948 byl přijat Zákon o jednotné škole, který stanovil povinné nejen základní vzdělání, ale i navazující [30, s. 84]. Přírodopyt po přijetí zákona o jednotné škole zanikl a následně se fyzika a chemie vyučovala samostatně [35].

První elektronkový počítač s názvem ENIAC byl sestrojen v roce 1946, o rok později byl vynalezen první tranzistor, který se praktického masivního využití dočkal o mnoho let později a bez něhož by počítačová technika nemohla existovat.

2.10.2 Období 1949–1953

Pouhé čtyři roky po schválení Zákona o jednotné škole byl schválen nový zákon, který svým zavedením zkomplikoval život nejen učitelům, ale hlavně žákům. Vzhledem ke zkrácení o docházky o jeden rok došlo k vypouštění předmětů, nesmyslnému vynechávání celých oddílů učiva a zavádění předmětů nových [30, s. 85].

Tehdejší elektronkové počítače byly obrovské s velkou spotřebou elektřiny a vynikaly počtem výpadků z důvodů nutných oprav. Tehdy neexistovaly operační systémy, programovací jazyky ani assembly¹¹ [5].

¹¹Assembler je nízkoúrovňový jazyk podobný strojovému kódu, kde jsou adresy nahrazeny jejich symbolickými jmény.

2.10.3 Období 1953–1960

Na vzniklé problémy reagoval další školský zákon s názvem *Zákon o soustavě výchovy a vzdělávání*, který opět prodloužil školní docházku na 9 let a zavedl označení základní devítiletá škola.

Od roku 1959 až do dnešní doby probíhá fyzikální olympiáda na středních školách, která se o pět let později rozšířila i na školy základní [31].

V druhé polovině padesátých let nastává expanze dobývání vesmíru v režii tehdejšího SSSR (program Sputnik) a později USA (program Apollo).

V šedesátých letech nastává v počítačové technice rozmach použití tranzistorů, vzniká operační systém Unix a programovací jazyk C [5].

2.10.4 Období 1961–1978

V tomto období pokračují lety do vesmíru, vynášení družic do oběžnou dráhu a soupeření mezi USA a SSSR. Toto období studené války bylo hnacím motorem vědeckého i technického pokroku nejen v kosmonautice. V roce 1969 byla v USA vytvořena koncepce armádní sítě, předchůdce dnešního internetu, který začal být komercializován na počátku devadesátých let.

Na trhu se objevují první jednoduché elektronické kalkulátory, zpočátku stolní, později kapesní.

V roce 1978 byla uzákoněna povinná desetiletá školní docházka a základní škola se stala osmiletou. Šedesátá léta do doby normalizace se v základním školství odehrávala v pozitivním duchu modernizace vzdělání, pokus o obnovení prvorepublikových osmiletých gymnázií se však nezdařil [30].

V sedmdesátých letech postupně nastupuje éra personálních počítačů (personal computer), tzv. PC jak jej známe dodnes, vzniká programovací jazyk Pascal. „*Jeho název byl zvolen na počest francouzského filozofa, matematika a fyzika Blaise Pascala*“ [40].

2.10.5 Období 1979–1989

Školský zákon roku 1984 přinesl jen drobné změny.

Fyzika byla na základních školách vyučována transmisní formou, bez sepětí s praxí, učitelé často vyžadovali memorování fyzikálních zákonů bez nutnosti pochopení, tedy byla málo uplatňována didaktická zásada spojení teorie s praxí a zásada zpětné vazby.

V roce 1983 byl sestrojen první funkční mobilní telefon, v roce 1985 začal být v Čechách úspěšně používán školní počítač IQ 151, zpočátku pro potřeby vysokého školství, a to včetně zásuvných modulů mj. i pro fyziku. Ze Slovenska do oblasti školství mířil PMD 85, později různé série Didaktiků.

V druhé polovině osmdesátých let u nás nastal boom vyššího programovacího jazyka Basic, který jak již je z názvu patrné, patřil k jednodušším a často sloužil jako startovní programovací jazyk pro další výuku programování. Řada počítačů včetně výše zmíněného IQ 151 měla programovací jazyk Basic přímo v ROM paměti. První vlašťovka fyzikální didaktické hry byla textová hra s dvěma

dělostřelci proti sobě, v níž zvítězil ten, komu se podařilo zadáním správného úhlu a počáteční rychlosti střely dříve zasáhnout protivníka.

2.11 Období po roce 1989

Po roce 1989 se postupně odehrála řada legislativních změn, největší změnou byla decentralizace a demokratizace školského systému [41]. V oblasti počítačové techniky i elektroniky pozitivní roli sehrálo otevření hranic po listopadu 1989, nicméně jejich masovému použití zpočátku bránila poměrně vysoká pořizovací cena.

2.11.1 Minulé tisíciletí

Začátkem devadesátých let vznikly školské úřady¹². Zpočátku byla zkrácena povinná školní docházka z desíti let na devět let a docházka na základních školách se stala nepovinnou devítiletou, povinná byla od roku 1995. Vznikly nestátní školy a víceletá gymnázia. Školy po roce 1989 získaly právní subjektivitu, určitou svobodu získaly z hlediska výběru učebnic.

V devadesátých letech u nás dochází k značnému ústupu zájmu žáků o fyziku [42].

V počátku devadesátých let společnost Microsoft uvádí nové grafické nadstavby s netradičním grafickým uživatelským rozhraním s názvem Microsoft Windows, jenž dodnes patří k nejrozšířenějším. V druhé polovině devadesátých let začíná připojování škol do sítě Internet a začíná se používat ve větším měřítku software při výuce fyziky, nejrozšířenějším programem pro výuku fyziky na základních a hlavně středních školách byl český program Famulus.

2.11.2 Současné tisíciletí

Na přelomu tisíciletí nastala reforma veřejné správy, školská zařízení byla převedena do působnosti krajů a obcí a školské úřady zanikly [41].

Největší událostí v tomto tisíciletí bylo opuštění učebních osnov přijetím nového školského zákona č. 561/2004 Sb., mj. i o základním vzdělávání, vzniká systém kurikulárních dokumentů na úrovni státní (rámcový-vzdělávací-program) a školské (školní vzdělávací program) [44]. Dochází ke změně časových dotací výuky fyziky – cca 50 let přetrvávající koncept dvou hodin týdně v posledních třech ročnících škol se změnil na minimálně určenou hodinovou dotaci vzdělávací oblasti *Člověk a příroda*, jehož je fyzika součástí, na 22 hodin týdně. Základní školy s rozšířenou výukou přírodních věd mohou využít disponibilních hodin ke zvýšení časové dotace výuky fyziky. V základní škole je předmět Fyzika obvykle zařazen od 6. ročníku, požadované výstupy jsou závazné v 9. ročníku, uspořádání a učivo je dáno školním vzdělávacím programem, který si vytvořila a může přetvářet každá škola.

Současnou úroveň výuky fyziky lze charakterizovat z negativního ohledu:

¹²V pravém slova smyslu se jednalo o obnovu zemských školních rad existujících již za Rakouska-Uherska a zrušených v listopadu 1938 [33, s. 186].

- nedostatek pomůcek \Rightarrow málo experimentů
- malý zájem žáků o fyziku
- nedostatek vhodného softwarového vybavení ve školách
- odlišná úroveň znalostí žáků v různých školách (dáno ŠVP, resp. RVP)

2.12 Blízká budoucnost

V blízké budoucnosti při vyučování fyziky bude pokračovat využití dotykových zařízení (iPad, tabletů, propojení počítače s mobilními zařízeními, chytré měřicí sondy, například PASCO) ve spojení s interaktivní tabulí. Nabízí se ve větší míře použití počítače v oblasti standardizovaných testů v hodnocení žáků či studentů i formou ústního zkoušení díky hlasovému modulu.

Na poli fyzikálních objevů v oblasti klasické fyziky již nelze očekávat převratné objevy ani vznik nových fyzikálních zákonů, ve výuce lze očekávat návrat k jednoduchým experimentům, které lze realizovat bez použití speciálních pomůcek. Pokrok nastane v moderní fyzice, zvláště pak v kvantové fyzice v speciálních laboratořích (například CERN) pomocí urychlovačů, nanotechnologií, fyzice plazmatu, dále pak nových materiálů a zkoumání i dobývání vesmíru.

2.13 Vize vzdálené budoucnosti

Nyní na planetě Zemi žije cca 7 miliard lidí, za dalších 20 let jich dle odhadů bude přibližně 9 miliard. Postupně bude slít snaha o osídlení planet s relativně příznivými podmínkami pro život. V delším časovém horizontu se předpokládá sestavení použitelného termonukleárního reaktoru s velmi dlouhou dobou udržení plazmatu.

Lze očekávat nástup optických počítačů, kde přenos signálů nebude zajišťovat tok elektronů, ale proud fotonů – tedy světla. Jejich rychlost je sice obdobná, avšak nedochází ke vzniku tepla a nežádoucího rušení. Výzkum probíhá i na poli biologických i kvantových počítačů.

S rostoucím výkonem počítačů již byly učiněny úspěšné pilotní pokusy s robotickými učiteli. Tato myšlenka se nyní může nyní jevit jako utopistická, ale je pravděpodobné, že za cca 10 let část zahraničních škol začne využívat této alternativy. Největším úskalím jejich vývoje bude interakce mezi robotem a žákem v reálném čase a v prostředí českých škol bude implementaci bránit složitost a malá rozšířenost českého jazyka.

3 Současné pojetí výuky fyziky

Mezi nejdůležitější role učitele ve škole patří výuka a výchova. K jejich realizaci ve školských zařízeních je zapotřebí mít zajištěny základní hmatatelné předpoklady – zázemí školní budovy, zařízení a vybavení školních tříd a laboratoří, kvalifikované učitele po stránce odborné i didaktické, ekonomickou podporu a v neposlední řadě žáky. Ke konstruktivistickému uchopení výuky základní hmatatelné předpoklady nestačí, musíme přidat i nehmatatelné aspekty – výukové cíle, metody výuky a organizační formy.

3.1 Cíle výuky fyziky

Stanovení cílů výuky je důležité k ujasnění výsledků výuky a pro směrování vzdělávacího a výchovného procesu [45]. Obecné cíle výuky jsou specifikovány v rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání [44]. Základní vzdělávání má žákům pomoci utvářet a postupně rozvíjet vědomosti, dovednosti, schopnosti, postoje a hodnoty pro osobní rozvoj a uplatnění každého člena společnosti, souhrnně nazvané **klíčové kompetence** [45, s. 14]. Z obecných cílů vydělujeme jednotlivé cíle vzdělávacích oblastí. Pro oblast předmětu *Fyzika* se vzdělávací oblast jmenuje *Člověk a příroda* a navazuje na oblast *Člověk a jeho svět* z 1. stupně. „Učivo je v rámcovém vzdělávacím programu strukturováno do jednotlivých tematických okruhů a je chápáno jako prostředek k dosažení očekávaných výstupů [45, s. 28]“.

„Cílem výuky fyziky jsou výsledné, relativně stálé změny v osobnosti žáka, ke kterým má výuka fyziky na daném typu školy směřovat. Jde i změny ve vědomí, chování, postojích žáka projevující se osvojením fyzikálních poznatků a dovedností a rozvojem žádoucích rysů osobnosti žáka“ [45, s. 16].

Vzdělání v této oblasti vede žáka k [44]:

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

- porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí
- uvažování a jednání, která preferují co nejefektivnější využívání zdrojů energie v praxi, včetně co nejširšího využívání jejich obnovitelných zdrojů, zejména pak slunečního záření, větru, vody a biomasy
- utváření dovedností vhodně se chovat při kontaktu s objekty či situacemi potenciálně či aktuálně ohrožujícími životy, zdraví, majetek nebo životní prostředí lidí

Cíle vzdělávací oblasti jsou rozmělněny do specifických cílů tématických okruhů či celků, na nejnižší úrovni jsou cíle jednotlivých vyučovacích hodin [45, s. 16]. Při specifikaci cílů by měla být použita aktivní slovesa. Učitel spolu s žáky by na konci vyučovací hodiny fyziky či spíše probraného tématu měl zanalyzovat splnění předem sdělených cílů se skutečnými výsledky výuky. Uskutečnění této zpětné vazby je pro žáky motivačním prvkem [45, s. 24] a učitele evokuje ke změně v jeho další výuce. „*Není nutné, aby na každou vyučovací hodinu měl učitel stanoven výukový cíl*“ [46, s. 277]. Citovaný autor měl na mysli, že jeden cíl lze naplňovat ve více hodinách či v jedné hodině lze pracovat s více cíli.

Cíle výuky fyziky můžeme rozdělit dle [46, s. 276–278], [45, s. 16–17]:

- a.) **kognitivní** (poznávací, poznatkové) – učitel by měl tento druh cílů stanovit tak, aby žák pochopil, co a jak se má žák naučit a v jakém rozsahu (například interpretaci fyzikálního zákona vs. jeho aplikaci).
- b.) **afektivní** (hodnotové, postojoyé) – učitel může ovlivňovat postoje žáků a jejich hodnotovou orientaci (třídění odpadu, ...) vyvoláním diskuse, svými vlastními postoji.
- c.) **psychomotorické** (operační, činnostní) – nejčastěji se stanovují vzhledem k cílové dovednosti (zapojení elektrického obvodu). Ve fyzice sem můžeme zařadit i určitou část intelektuálních dovedností (získání informací pozorováním dějů v přírodě či zobecňování pozorovaných dějů).

Kognitivní (poznávací) cíle lze uspořádat¹³ do následujícího schématu [46, s. 280], na příkladu Archimédova zákona:

- 1.) znalost (zapamatování) – žák si vybaví definici Archimédova zákona
- 2.) porozumění (pochopení) – žák na základě předchozích znalostí a empirické zkušenosti umí zdůvodnit, proč těleso plove
- 3.) aplikace (použití) – žák sám nalezne další jednoduché situace, kde se vyskytuje Archimédův zákon
- 4.) analýza (rozbor) – žák umí navrhnout tvar lodi s nákladem, která se nepotopí

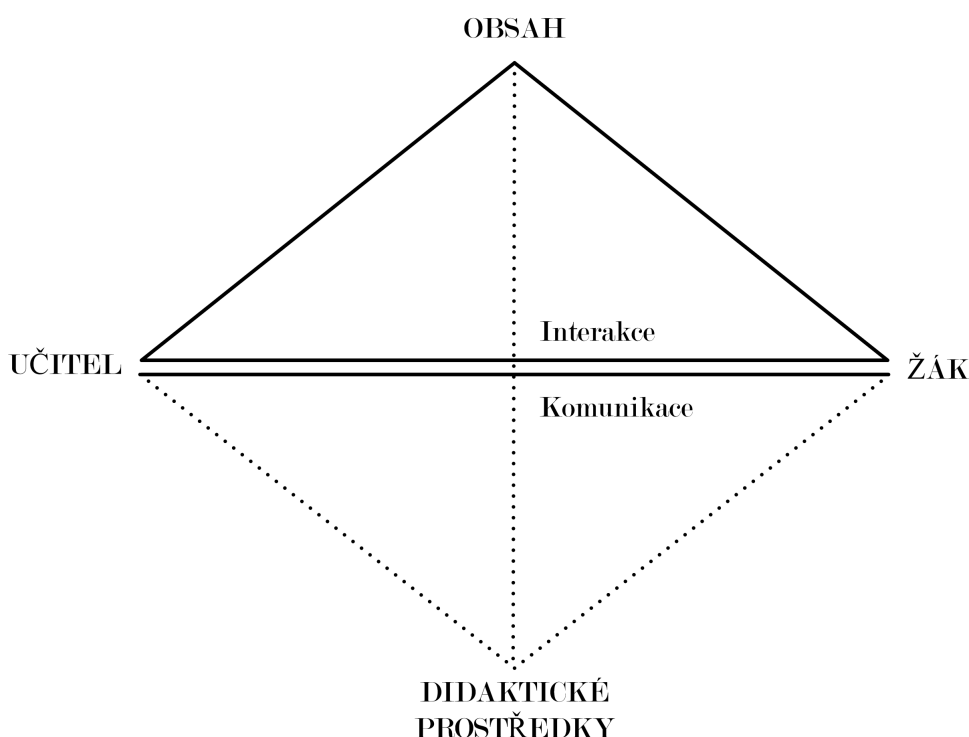
¹³Uspořádání pochází z koncepce amerického psychologa Benjamina Blooma, existují i jiná uspořádání.

- 5.) syntéza (skládání) – žák umí vyřešit slovní úlohu, zda-li se těleso potopí či nikoliv
- 6.) hodnotící posouzení – žák dovede věcně argumentovat a zdůvodnit možnosti regulace výšky balónu nad Zemí nebo zhodnotí či dovede eliminovat rizika pro pasažéry balónu

3.2 Výukové metody ve fyzice

Realizaci cílů výuky nelze dosáhnout bez příslušných výukových metod. Jejich postupný vývoj souvisel s aktuálními poznatky v oblasti pedagogiky a psychologie a byl stručně nastíněn v předchozí kapitole.

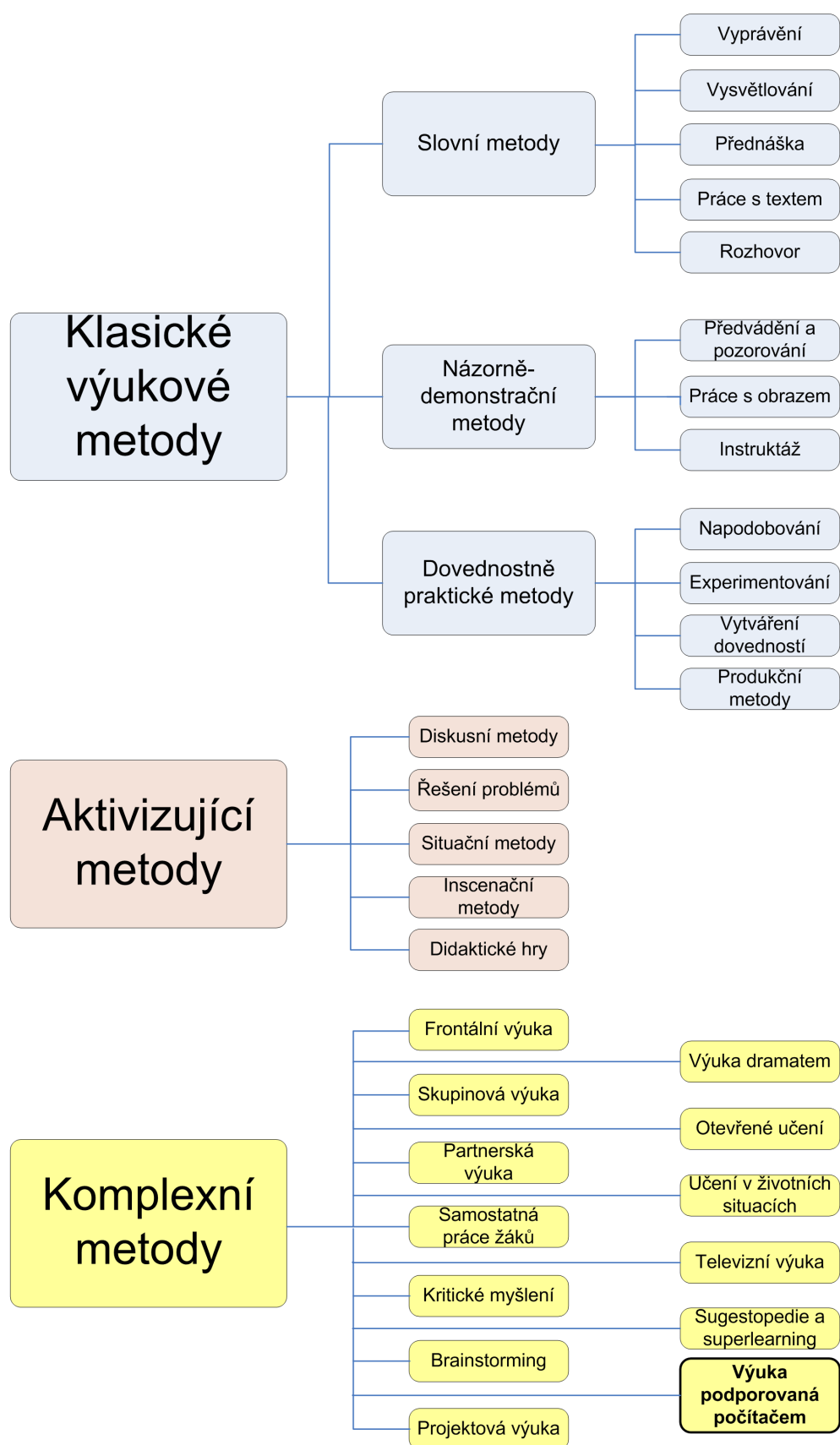
„**Výuková metoda** je záměrný postup nebo způsob didaktického uspořádání obsahu výuky, vyučovací činnosti učitele a učebních aktivit žáků, který směřuje k dosažení stanovených cílů výuky v souladu s didaktickými zásadami a se zásadami organizace výuky“ [45, s. 55].



Obrázek 3.1: Hlavní prvky procesu výuky [47, s. 21]

„Obrázek č. 3.1 zahrnuje tradiční didaktický trojúhelník doplněný na čtyřúhelník o didaktické prostředky, které zejména vlivem moderních médií aktivně vstupují do interakce ostatními strukturálními prvky výuky“ [47, s. 21].

Nelze jednoznačně přiřadit k učivu konkrétní metodu, protože při výuce nejde jen o předání informací, ale i o rozvoj myšlenkových operací a rysů osobnosti. Na druhou stranu není možné k výukové metodě univerzálně přiřadit učivo [47, s. 22].



Obrázek 3.2: Rozdělení výukových metod, upraveno [47, s. 49]

Z výsledků dotazníkového šetření pro žáky 2. stupně základní školy je patrné, že mezi čtyři nejatraktivnější styly vyučování patří hry a soutěže, práce s počítačem, pokusy a práce s interaktivní tabulí a na posledním místě výklad a přednáška [48]. Je patrné, že žáci preferují inovativní metody [49, s. 34], naopak je zřejmý ústup od klasických konvenčních výukových metod.

Detailní výsledky jiného výzkumu s ohledem na předmět *Fyzika* na základní škole ukazuje tabulka 3.1.

Část vyučovací hodiny	Absolutní četnost
Pokusy učitele	5,09
Video	4,96
Film	4,87
Pokusy žáků	4,85
Internet	4,77

Tabulka 3.1: Pořadí oblíbenosti jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky, převzato z [50, s. 90]

Výuka fyziky na základní škole by měla být v teoretické rovině spojena se zařazováním, zpřesňováním, pojmenováním a rozšířením stávajících empirických zkušeností a prekonceptů, v praktické rovině záměrným navozováním fyzikálních jevů a dějů, přičemž je žádoucí, aby teoretická rovina s praktickou byla v co největší symbióze a vyučující správně vedl a korigoval dialog nebo diskusi se žáky tak, aby žáci sami nacházeli cestu k novým poznatkům. Takto lze charakterizovat **konstruktivismus** ve výuce fyziky. Podobně chápe konstruktivismus i [51, s. 9]:

„Konstruktivistický přístup vychází z toho, že když se člověk učí, nevstřebává a neosvojuje si nové informace pasivně. Naopak, nové informace se aktivně integrují do dosavadní kognitivní struktury a jsou pochopeny prostřednictvím těchto schémat, které člověk má, ale současně je může také přetvářet ... každý z nás si prostřednictvím interakcí vytváří vlastní způsoby, struktury porozumění světu.“

V tomto ohledu mohou moderní didaktické prostředky – interaktivní tabule a výpočetní technika významně podpořit vliv konstruktivisticky orientované výuky, které budou detailněji popsány v kapitole *Moderní didaktická technika*.

Konstruktivistický přístup klade důraz dle [51, s. 14] na:

1. rozhodující je role žáka
2. učení je proces kognitivního rozhodování
3. učení probíhá nejefektivněji prostřednictvím aktivní manipulace s předměty, jejich modely
4. nové učení začíná aktualizací předchozího porozumění
5. učení se navozuje nejlépe v podnětném a komplexním prostředí

6. navození významných problémových situací podporuje smysluplnost učení a motivaci žáků
7. sociální a kulturní kontext je významný pro porozumění věcem a jevům

Výklad dalšího textu bude zaměřen na výuku podporovanou **moderními didaktickými prostředky** v duchu výše uvedeného konstruktivistického pojetí výuky.

3.3 Didaktické zásady z pohledu fyziky

„Didaktické zásady jsou obecné požadavky, které v souladu se základními zákonitostmi výuky a s výchovnými i vzdělávacími cíli určují její charakter. Vztahují se na všechny stránky výuky, tj. na učitelovu vyučovací činnost, na formy výuky, metody výuky a na materiální (hmatatelné – pozn. aut.) didaktické prostředky“ [46, s. 268].

Didaktické zásady jsou známé z učebnic didaktiky, například z [46], nicméně pro výuky fyziky se uplatňují pouze některé, a to zásady [45, s. 55]:

- 1.) vědeckosti, srozumitelnosti a přiměřenosti učiva fyziky
- 2.) cílevědomosti, soustavnosti a její vazba na praxi (spojení teorie s praxí)
- 3.) žákovy aktivity a uvědomělé spolupráce
- 4.) názornosti ve výuce fyziky
- 5.) trvalosti a spolehlivosti
- 6.) kolektivního charakteru výuky fyziky a individuálního přístupu k žákům
- 7.) zásada vazby předmětu fyzika na ostatní předměty, zejména na matematiku a technické předměty

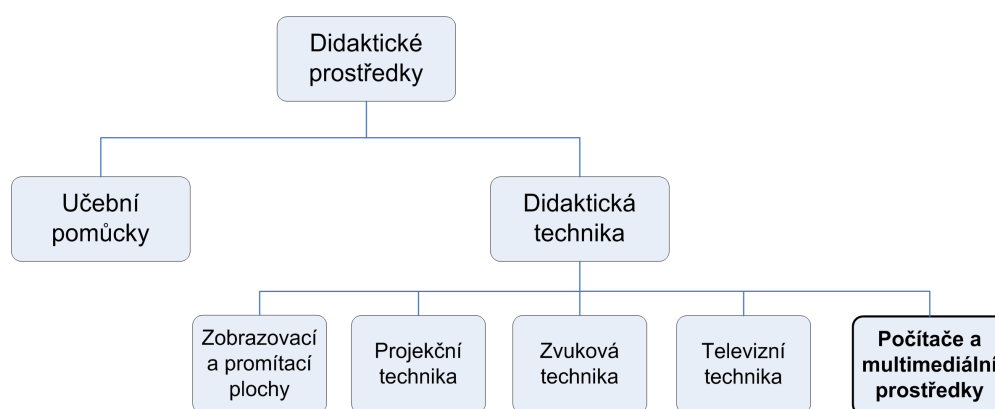
3.4 Organizační formy z pohledu fyziky

„Organizační formy výuky jsou uspořádání podmínek k realizaci obsahu výuky, v jejichž rámci se používají různé metody výuky a výukové prostředky“ [45, s. 85]. Členění organizačních forem je možné více způsoby, z hlediska výuky fyziky je důležitá hromadná, skupinová výuka a exkurze [45, s. 85].

3.5 Didaktické prostředky

Definice didaktických prostředků v literatuře lze nalézt celou řadu, nejčastější pojetí je například dle [52, s. 50] i [18, s. 249]: „Didaktické prostředky zahrnují všechny **materiální předměty**, které zajišťují, podmiňují a zefektivňují průběh vyučovacího procesu. Didaktické prostředky v souvislosti s vyučovací metodou a organizační formou výuky napomáhají dosažení výchovně vzdělávacích

cílů“. Výjimečně někteří autoři termín didaktických prostředků chápou širěji, a to včetně **materiální i nemateriální povahy**, např. [53, s. 17].



Obrázek 3.3: Didaktické prostředky, upraveno [53, s. 19]

Součástí didaktických prostředků je **didaktická technika** a **učební pomůcky**, které usnadňují proces učení a pomáhají k hlubšímu osvojování vědomostí a dovedností [18, s. 249]. Někteří autoři, například [54] nerozlišují mezi učebními pomůckami a didaktickou technikou a dávají je na roveň. Přehled základních učebních pomůcek dle [52, s. 50–51], částečně [45, s. 168] upraveno s akcentem na předmět *Fyzika*:

- skutečné předměty (železná ruda, kompas)
- statické a dynamické modely (model spalovacího motoru, model sluneční soustavy)
- pomůcky pro demonstraci jevů (souprava pro elektřinu)
- obrazové pomůcky
 - nástěnné obrazy, symbolická zobrazení (schéma elektrického obvodu)
 - statická projekce (blána na zpětný projektor)
 - dynamická projekce (prezentace z dataprojektoru, film z televize)
- literární pomůcky (papírová či elektronická učebnice fyziky, matematicko-fyzikální tabulky, encyklopedie)
- **kybernetické pomůcky (počítačové programy pro výuku, internet)**
- zvukové pomůcky (CD disk)
- dotykové pomůcky (pro děti s postižením)

Shrnutí

Didaktické prostředky se postupně vyvíjí v závislosti na pokroku techniky i rozvoji kultury. Díky bouřlivému vývoji a nasazení informačních i telekomunikačních technologií v ostatních odvětvích by bylo neefektivní jejich nevyužití z hlediska nasazení nejen ve školní výuce, ale i při samostatném studiu. Vyšší efektivity lze dosáhnout pomocí audiovizuální techniky, a to díky zapojení více smyslů, tzv. multisenzoriálního přístupu. Ještě vyšší efektivity lze docílit použitím emocionálně podbarveného materiálu, který sice může být vnímán subjektivně [55, s. 111] (extrémním příkladem budiž video s nepřipoutaným řidičem automobilu, kvílením brzd a po srážce záběrem krve na předním skle).

4 Moderní didaktická technika

Na základních školách se ve výuce fyziky vyskytuje celá škála didaktické techniky. V této kapitole bude stručně přiblížena nejvhodnější moderní didaktická technika pro výuku fyziky s důrazem na její didaktické charakteristiky. Metodika práce s konkrétní technikou je nad rámec této práce a lze ji nalézt například v [53].

Rozdělení didaktické techniky dle [45, s. 171]:

- zobrazovací plochy (všechny druhy tabulí, promítací plochy)
- projekční technika (přístroje pro záznam a reprodukci obrazů a filmů)
- zvuková technika (přístroje pro záznam a reprodukci zvuku)
- televizní technika
- zpětnovazebné zařízení (zkoušecí stroj, trenažér)
- **speciální technika** (výpočetní, měřicí, pozorovací, kontrolní, apod.)

4.1 Zobrazovací plochy

4.1.1 Interaktivní tabule

Interaktivní tabulí se rozumí zpravidla velká dotyková plocha, na kterou je promítán obraz pomocí dataprojektoru a díky které lze ovládat počítač. Vlastní dotyk se uskutečňuje pomocí aktivního či pasivního pera či prstu (prstů v případě multidotykové tabule). Další variantou interaktivní tabule je aktivní obrazovka se senzory snímající a vyhodnocující aktuální polohu pera či prstu. K vlastní interaktivní tabuli je dodán jednak software umožňující vlastní použití a dále software pro tvorbu interaktivních materiálů. U nás je v tomto směru nejdále vydavatelství Fraus, které nabízí kompletní sady interaktivních učebnic pro oba stupně základní školy (včetně fyziky) i vlastní autorský software pro tvorbu interaktivních učebnic. Firma Terasoft[®] nabízí multimediální laboratoře s názvy *TS Edison* a *TS Newton*. Nakladatelství ALTER nabízí řadu elektronických učebnic, avšak žádný titul pro výuku či podporu fyziky nenabízí.

Pro interaktivní tabuli je k dispozici řada doplňků, například hlasovací zařízení, vizualizér, dotykem ovládaný náhledový panel, pro výuku fyziky lze její použití zkombinovat se sadou PASC0, podrobněji v kapitole 6.6.

V současné době na trhu interaktivních tabulí jsou leadry firmy SMART Technologies (SMART Board), Promethean (ActiveBoard) a GTCO CalComp (dř. InterWrite, v současnosti DualBoard).

SMART Board

Kanadská firma SMART Technologies vyrábí interaktivní tabule na bázi kapacitní technologie s označením SMART Board a k nim dodává software *SMART Notebook*. Tato tabule má velkou výhodu v počtu volně dostupných tzv. DUMŮ

(=digitálních učebních materiálů), například pro fyziku 2. stupně základní školy je k dispozici v českém jazyce 477 interaktivních cvičení či podkladů pro výuku [56]. Tabuli lze ovládat pomocí prstů i pera.

Výhody

- + bezproblémový import dokumentů z konkurenční aplikace *ActivInspire*
- + velmi rozsáhlá galerie objektů, kterou má uživatel k dispozici
- + velká komunitní podpora, přidělení evropských dotací na realizaci DUMů
- + bezproblémové vkládání zvuku, obrázků i textu
- + dobrá funkčnost importu i exportu prezentačního programu Microsoft Powerpoint
- + existují i studentské (*SMART Notebook SE*) a verze bez nutnosti instalace (*SMART Notebook Express*)
- + pera neobsahují baterie
- + výborná integrace s dalším hardware (hlasovací zařízení, apod.)

Nevýhody

- nemožnost vložit videosekvenci v jiném formátu než *Flash Video* (firma Adobe®)
- vložení interaktivních aplikací lze buď ve formě internetových odkazů anebo pouze ve formátu aplikace *Adobe® Flash®* (formát SWF), částečně tuto nevýhodu lze eliminovat pomocí *Lesson Activity Toolkit* – galerie flashových objektů, celých cvičení a didaktických her

ActivBoard

Společnost Promethean Limited z Velké Británie vyrábí tabule z názvem ActivBoard a k nim dodává software s názvem *ActivInspire*.

Výhody

- + umožňuje bezproblémový import dokumentů z konkurenční aplikace *SMART Notebook*
- + výborný generátor testových otázek
- + vestavěný editor matematických vzorců
- + snadné vytváření objektů, otáčení i změnu měřítka
- + možnost používat databáze žáků
- + více intuitivní ovládání, více možností než u *SMART Notebook*

Nevýhody

- značné množství funkcí může uživatele zpočátku mást

Interwrite® DualBoard

Společnost GTCO CalComp (nyní pod firmou eInstruction Corporation) sídlí v americkém státě Columbia a vyrábí tabule na bázi elektromagnetické technologie s názvem Interwrite a k nim dodává software s názvem *Workspace*.

Výhody

- + nižší cena v porovnání s konkurencí

Nevýhody

- nutno zvlášť doinstalovat české prostředí
- malý počet již vytvořených materiálů
- neintuitivní ovládání programu
- problémy se stabilitou aplikace *Interwrite*
- ojedinělé aktualizace programu
- aktivní pera (vyžadují baterie, resp. nabíjení)

Společným jmenovatelem všech těchto programů je české prostředí, ve kterém lze multimediální i interaktivní prezentace vytvářet. Každý z nich obsahuje galerii multimediálních souborů s vyřešenými autorskými právy, dále možnosti schovávání textu, tvorby testových otázek či kreslení. Pro výuku fyziky základní školy nabízí nejkomplexnější galerii včetně interaktivních aplikací *SMART Notebook*, nicméně z hlediska obecných funkcí a možností vytvoření vlastního výukového materiálu nejvíce propracovaný systém nabízí prostředí *ActivInspire*, ve kterém lze naprogramovat bez psaní kódu i jednoduché interaktivní aplikace

pro žáky, avšak s nulovou možností změny jejího chování či vzhledu. Podobnou funkcionalitu nabízí i *SMART Notebook* prostřednictvím *Lesson Activity Toolkit*. Některé školy tyto přednosti/nedostatky eliminují tím, že do počítače, který je propojen s interaktivní tabulí, nainstalují software od více výrobců a tím mohou sloučit jejich výhody.

Interaktivní tabule – shrnutí

Přednosti	Nedostatky
+ žáky zajímají a baví moderní technologie, podobnost s dotykovým mobilním telefonem	– sama o sobě interaktivní tabule výuku nezlepší ani neefektivní
+ spolu s vhodným didaktickým materiálem umožní docílit větší aktivity žáků, motivace slabších žáků	– tvorba interaktivních didaktických materiálů je náročná z hlediska času i zkušeností učitele
+ díky zapojení více smyslů stoupá efektivita výuky	– žáci menšího věku mohou mít problémy dosáhnout na horní část tabule
+ mimo výuku je možné pracovat s materiálem, náčrty, výhoda při absenci žáka ve škole	– nedostatek komplexních interaktivních materiálů v českém jazyce
+ hodí se i pro pohybově handicapované žáky díky bezdrátovému příslušenství	– svádí ji využívat pouze jako projekční plochu

4.1.2 Projekční plocha

Projekční plochy jsou nejčastěji plátna stahovaná elektrickým pohonem či manuálně, interaktivní tabule (viz výše), projekční fólie či rovná stěna natřená bílou barvou s vysokou bělostí (min. 90 % BaSO₄), na trhu jsou dostupné i jiné speciální nátěry, které jsou však dost finančně nákladné.

4.2 Projekční technika

4.2.1 Datový projektor (dataprotektor)

Datový projektor (dále jen dataprotektor) se používá pro projekci obrazu z určitého zdroje signálu (počítače, notebooku, tabletu, DVD, Blu-ray či video přehrávače). Připojení může být buď kabelové nebo přes drátovou či bezdrátovou počítačovou síť. Podle výrobní technologie je rozdělujeme na LCD, DLP, LED či starší CRT, z nichž každý má svá specifika. Nejdůležitější parametry dataprotektorů jsou: světelný výkon, nativní rozlišení, kontrast, rozhraní pro připojení zdrojů signálu a hmotnost. Dálkové ovládání je dnes samozřejmostí. Velmi často

se objevuje v sadě s interaktivní tabulí, v tom případě se jedná o tzv. ultra-zoomový dataprojektor umožňující projekci na krátkou vzdálenost. Novinkou je interaktivní dataprojektor, který navíc snímá pozici pera pomocí snímače a je dodáván s příslušným software. I do oblasti dataprojektorů začíná vstupovat 3D technologie obrazu.

4.2.2 Vizualizér

Vizualizér společně s dataprojektorem slouží k získání (prostorového) obrazu z určité předlohy, kterou může být kniha, blána ze zpětného projektoru či libovolný reálný předmět adekvátních rozměrů. V kombinaci s určitým software (například VLC media player) mohou být zachycovány statické snímky nebo videosekvence.

Výhoda vizualizéru spočívá v rychlé ukázce předmětu bez předchozí didaktické přípravy. Posílání předmětu po lavicích zabere více času, zpravidla bývá rušivým podnětem a navíc hrozí jeho poškození.

4.2.3 Starší technika

V minulosti hojně používané zpětné projektory, videoprojektory a diaprojektory nahradila modernější technika, obvykle dataprojektor, který v symbióze s osobním počítačem je mnohem více univerzální a svými vlastnostmi a parametry je dokonce předčí.

4.3 Televizní technika

4.3.1 Obrazovka

Pomiňme stranou velkoplošné projekce známé z významných sportovních přenosů. Nejčastějším typem jsou obrazovky s LED či LCD technologií, dále pak plazmové obrazovky. Ve školství je jejich nejčastější využití jako redundantní zobrazovací zařízení ve větších prostorech anebo ve spojení s DVD přehrávačem.

4.3.2 DVD a Blu-ray přehrávač

Obecně lze konstatovat, že DVD či Blu-ray přehrávač plně nahradí stolní počítač či notebook s příslušným software¹⁴. Samostatný přístroj není nutné pořizovat, jen je zapotřebí nainstalovat příslušný software.

4.4 Zvuková technika

Zvuková technika je nezbytnou součástí audiovizuální techniky a nejčastěji se setkáme s reproduktory, mikrofony, zesilovači, méně často s mixážními pulty.

¹⁴Nejnovější operační systém od firmy Microsoft® *Windows*® 8 po instalaci nepodporuje spouštění filmového DVD disku, chybí jim příslušné kodeky. Je nutné nainstalovat placenou aplikaci Microsoftu anebo třetí strany, existují i volně dostupné alternativy.

4.5 Ostatní technika

Mezi další potřebnou techniku patří přepínače a zesilovače signálu, redukce, kabely, řídicí systémy, ze starších videopřehrávače a další různé doplňky.

Prezentér

Prezentér je samostatné či integrované zařízení sloužící k ovládní prezentace prostřednictvím dálkového ovládní s majoritním použitím ve větších učebnách. Praktickým doplňkem je laserové ukazovátko.

Externí stříhová karta

Externí stříhová karta plní svou roli při nahrávání statických obrázků a videosekvencí ze zařízení poskytující videesignál, například z mikroskopu.

Specifická prezentační či záznamová technika

Mezi pokročilou techniku řadíme telekonferenční a videokonferenční zařízení, web-casting a tlumočnická zařízení. S touto technikou se na základní škole ne-setkáme.

4.6 Speciální technika

Tato oblast dnes zahrnuje širokou škálu zařízení, a proto jim bude určena se zřetelem na techniku výpočetní celá následující kapitola. Z hlediska měřící techniky jsou při edukaci přírodních věd experimentální formou na základních i středních školách hojně využívány produkty firmy Coach, PASCO a Vernier.

Společným jmenovatelem všech výše zmíněných didaktických prostředků je vyšší efektivita výuky.

Klady použití moderní didaktické techniky dle [54, s. 271–272]:

- lépe upoutá pozornost žáků
- moderní didaktické prostředky vzbuzují zájem žáků \Rightarrow vyšší motivace
- žák rychleji porozumí vizuální informaci než verbální¹⁵
- žák i učitel ušetří čas překreslováním či přepisováním na tabuli nebo sešitu
- elektronické obrazové materiály lze rychle distribuovat a aktualizovat, možnost využití i mimo školu

Zápory použití moderní didaktické techniky:

- náročnější příprava učitele na hodinu

¹⁵ „87 % informací vstupujících do našeho mozku vnímáme zrakem, 9 % sluchem a 4 % ostatními smysly“ [54, s. 272].

- při výuce s využitím počítače možnost ztráty pozornosti
- didaktická technika má být pouze nástrojem, nelze jí suplovat ostatní role učitele
- investice do pořízení a servisu didaktické techniky
- při nahodilé nefunkčnosti či nedostupnosti techniky učitel musí uplatnit z organizační a řídicí kompetence schopnost improvizace

5 Nezbytné předpoklady pro počítačovou podporu výuky fyziky

Pod pojmem výpočetní technika si většina lidí představí osobní počítač či notebook, který hraje ve většině oblastí naší společnosti nezastupitelnou roli. S počítači se setkáváme nejčastěji doma nebo v zaměstnání, ale i zprostředkovaně, například na úřadech, obchodech, v bankách a v neposlední řadě i ve školských zařízeních, kde je při výuce zařazujeme mezi didaktické prostředky, nebo i bezděky například v automobilech, automatických pračkách, bankovních automatech či „chytrých“ mobilních telefonech.

5.1 Obecná definice počítače

Definici termínu počítač najdeme v literatuře velmi mnoho, kupříkladu dle [57] je počítač: „*Souhrnné označení pro zařízení vyznačující s následujícími rysy: zařízení obsahuje centrální procesorovou jednotku, schopnou řídit se programovým kódem a schopnou ovládat přidružené periferie a další části počítače; dále zařízení obsahuje prvek pro vstup dat (klávesnice, myš), médium pro ukládání dat (paměť, disk, disketa) a zobrazovací zařízení*“. V širším pojetí pro speciální jednoúčelové počítače sloužící například k regulaci či řízení je nutno tuto definici zobecnit: „Počítač je stroj umožňující číslicové či analogové zpracování dat pracující podle programu uloženého do paměti, který obvykle obsluhuje další periférie“.

Podle této definice za počítač můžeme považovat stolní či přenosný počítač, výkonný server, herní konzoli, tablet, „chytrý“ mobilní telefon, řídicí jednotku automobilu nebo multimediální centrum v obývacím pokoji. Počítače budeme nazývat termínem **hardware** a jejich programové vybavení **software**. My se zde budeme zabývat počítači dle první definice.

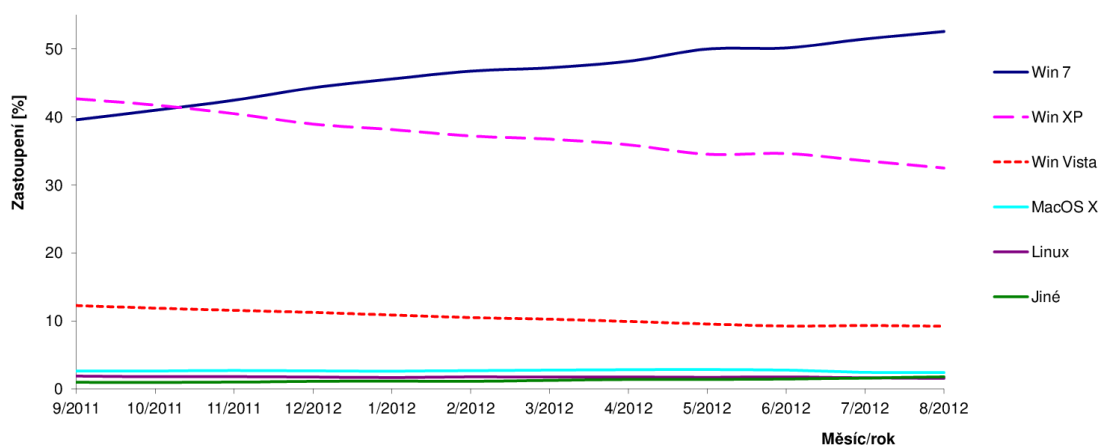
5.2 Operační systémy

Z výše uvedené definice je zřejmé, že počítač bez programového vybavení (software) je pouze kus hardware, který sám od sebe nebude fungovat. V současné době základní software pro běžný počítač¹⁶ je **operační systém**, který zajišťuje správu a běh aplikací, poskytuje aplikační rozhraní (API) pro vytváření aplikací a zpravidla poskytuje grafické uživatelské rozhraní. Nejstarší počítače operační systém neobsahovaly, ale pro zjednodušení práce programátorů a z hlediska větší univerzálnosti programů postupně vzniklo několik rodin systémů.

5.2.1 Operační systémy pro stolní počítače

Podíl operačních systémů na českém Internetu za poslední rok ukazuje obrázek 5.1, z něhož vyplývá, že majoritním operačním systémem jsou *Windows*.

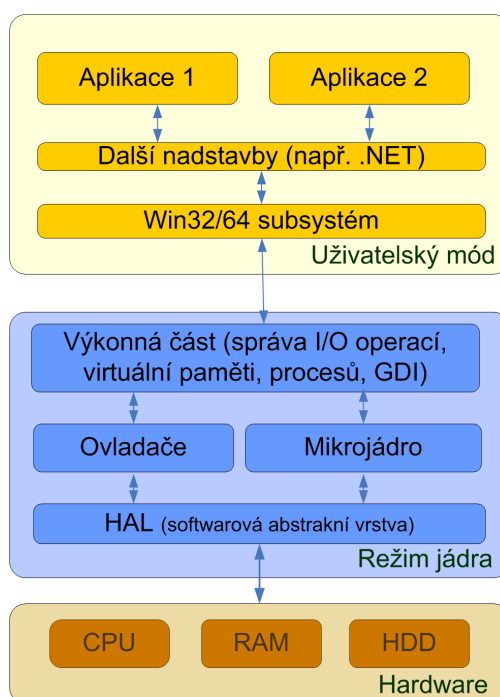
¹⁶Pozornost bude zaměřena operačním systémům na koncových zařízeních.



Obrázek 5.1: Podíl desktopových operačních systémů v České republice, data získána z [58]

Windows do verze 7

Na základních školách se nejčastěji setkáme s operačními systémy z rodiny Microsoft *Windows* (*Windows XP*, *Vista* a *7*). U systémů do *Windows 7* lze nejdůležitější stavební prvky počítače znázornit dle obrázku číslo 5.2. Základem všeho je nejnižší vrstva zvaná hardware, nad ním je mikrojádro s ovladači a managementem operačního systému. Toto vše běží v režimu jádra a běžné aplikace nemají přímý přístup k hardware než přes prostředky operačního systému. Tím je zajištěna robustnost operačního systému i v případě, že chybně napsaná aplikace by se pokusila přímo přistupovat k hardware. Díky dalším ochranným mechanismům není možné, aby jedna chybně napsaná aplikace ohrozila chod ostatních aplikací či vlastního operačního systému.



Obrázek 5.2: Hierarchie základních stavebních prvků počítačového systému verze Windows 7 [autor]

Pro náš další výklad nebude hrát důležitou roli výběr hardware, neboť díky HAL vrstvě a ovladačům je z hlediska aplikace nepodstatné, na jakém hardware vlastně běží. Zkušený uživatel například z hlediska rychlosti běhu aplikace či nějakého výpočtu vytuší výkon hardware či jeho architekturu, ale z hlediska využití na základní škole to není důležitý aspekt. Budeme-li pokračovat dále, tak z hlediska běhu aplikací není příliš podstatný ani použitý operační systém (XP/Vista/7/8 – x86/x64), neboť z hlediska provozování aplikace to není příliš podstatné, i když to nelze chápat v absolutním pojetí, například 64bitové operační systémy neumožňují běh starých 16bitových aplikací, na druhou stranu některé aplikace neumožňují běh ve starších operačních systémech. V případě, že tato skutečnost bude mít dopad na běh či provozování aplikací, bude na tuto specifika v dalším výkladu upozorněno.

Microsoft Windows 8

V momentě vzniku této části práce je již na trhu dostupná verze Windows 8. Velkou pozornost uživatelů v kladném i záporném směru přitáhlo nové uživatelské rozhraní Modern UI (známější pod termínem Metro), které je jednak integrováno do samotného operačního systému a dále Metro aplikace, které jsou primárně dotykové, čemuž odpovídá jejich vzhled i chování. Samozřejmě je možné používat i klasické desktopové aplikace, což v následnících Windows 8 zřejmě možné nebude.

Linux

Linux je zastřešujícím názvem pro skupinu distribucí (*Ubuntu*, *Fedora*, *Debian*, *openSUSE*, *Mandriva*, ...), které jsou většinou volně šiřitelné. Pro snadnější

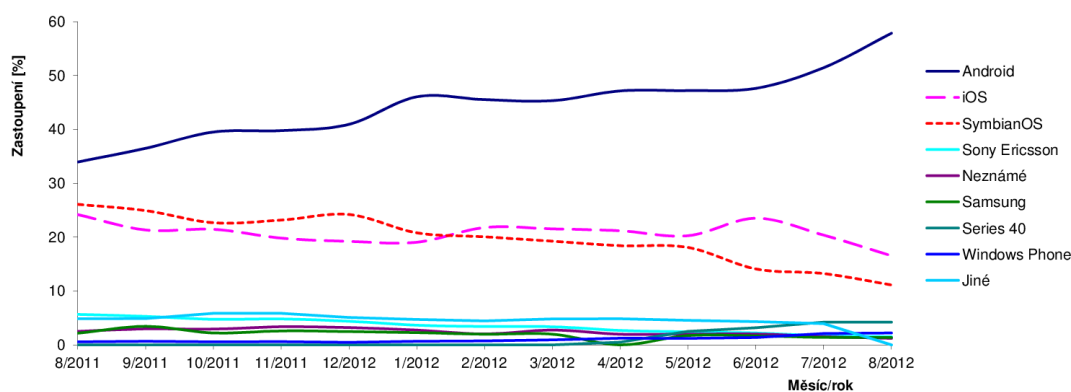
správu systému, aplikací a knihoven má každá distribuce nějaký balíčkový systém, který umožňuje aktualizaci i instalaci aplikací a samotných součástí systému. To je rozdíl oproti Microsoft® Windows® systémům, které mají obdobnou funkcionalitu pouze pro aktualizaci operačního systému (Windows Update) či programů a ovladačů od mateřské firmy Microsoft s názvem Windows (Microsoft [Windows] Update)¹⁷.

Operační systémy na bázi *Linuxu* disponují grafickým uživatelským prostředím, které se u prostředí *KDE* může podobat vzhledu *Windows*. Bylo vyvinuto použitelné aplikační rozhraní *Wine* umožňující spouštění aplikací pro systém *Windows* přímo v prostředí *Linuxu*.

Operační systémy na bázi Mac OS X

Na českém Internetu, potažmo i na základních školách v České republice, je zastoupení operačního systému *Mac OS X* poměrně malé oproti například USA [58], hlavně z důvodu vyšší pořizovací ceny za hardware a relativně úzkého sortimentu aplikací pro tento operační systém.

5.2.2 Operační systémy pro mobilní zařízení



Obrázek 5.3: Podíl mobilních operačních systémů v České republice, data získána z [59]

Z obrázku číslo 5.3 je zřejmý raketový růst operačního systému *Android* a mírný vzestup *Windows Phone*, ostatní systémy ztrácí. Společným základním rysem všech současných systémů je podpora pro (multi)dotykové displeje. Každá platforma má však svá specifika a není možné přenášet aplikace mezi nimi. Z toho důvodu je nutné věnovat velkou pozornost výběru „mobilního“ operačního systému.

Android

Android patří mezi poměrně mladou platformu založenou na platformě *Linux*, která má časté použití v mobilních dotykových zařízeních. Je vyvíjen společností Google a je provázán s jeho webovými službami (Gmail, kalendář,

¹⁷Pro Windows 8 je dostupný obchod s aplikacemi, který umožňuje i aktualizaci aplikací.

dokumenty, úkoly, mapy, ...). I pro *Android* existuje internetový obchod s aplikacemi s názvem Google Play. K hlavním výhodám *Androidu* patří především rychlost, velká řada bezplatných i placených aplikací, možnost tvorby vlastních aplikací, která je dobře zdokumentovaná a tento operační systém si pořizují lidé, kteří rádi experimentují s technickými vymoženostmi. Podobně jako *iOS* (viz dále) nemá dostatečnou podporu pro firemní klientelu.

iOS

iOS je operační systém na bázi odlehčeného *Mac OS X* pro veškerá přenosná zařízení (*iPhone*, *iPod*, *iPad*, *AppleTV*), který vyvíjí společností Apple Inc [60]. Velkou nevýhodou *iOS* je skutečnost, že se jedná o uzavřený systém bez možnosti tvorby vlastních aplikací, instalovat je možné jen přes oficiální službu App Store¹⁸. Sekundárním pozitivním efektem je kontrola nad aplikacemi a z toho plynoucí robustnost systému i samotných aplikací. Nevýhodou *iOS* je poměrně vysoká cena Apple produktů a příslušenství je často vázáno na produkty firmy Apple, velkou nevýhodou pro firemní klientelu i školská zařízení je **absence autentizace** na zařízení. Výhodou je naopak velké množství aplikací na App Store. Pro oblast školství komplikuje nákup programů přes App Store skutečnost, že platba se uskutečňuje do zahraničí (USA) a není možný jiný způsob úhrady než odpovídající platební kartou, jejíž číslo se zadává již při samotné registraci. Vystavení faktury již problém není. Pro fyziku základní školy je na App Store k dispozici minimum aplikací.

Symbian OS

Symbian je vývojově ukončený operační systém pro mobilní zařízení vyvíjený společností Nokia, dnes se tato firma zaměřuje na *Windows Phone*. Dřívější verze *Symbianu* trpěly nižší rychlostí a poměrně malým množstvím dostupných aplikací.

Windows Phone

Windows Phone je operační systém od firmy Microsoft a využívá nové uživatelské rozhraní Metro podobně jako *Windows 8*.

Shrnutí

Všechny mobilní operační systémy jsou distribuovány společně s příslušným hardware, nelze je tedy koupit zvlášť a stejně nelze koupit hardware bez mobilního operačního systému. Pro vývojáře existují emulátory, které umožní ladění aplikací pro mobilní systémy přímo v počítači bez nutnosti vlastnit příslušný hardware.

Vzhledem ke skutečnosti, že operační systém *Windows* jasně vévodí na poli desktopových operačních systémů, bude mu věnována největší pozornost.

¹⁸Existuje i neoficiální řešení úpravy vlastního jádra, které umožní instalovat i aplikace mimo oficiální App Store.

6 Software ve výuce fyziky

Fundamentálním prvek počítačové podpory výuky tvoří programové vybavení, tzv. software. Vzhledem jeho k zásadní důležitosti mu bude věnována celá tato kapitola. V té předchozí jsme zjistili, že kybernetické učební pomůcky úzce souvisí s moderní didaktickou technikou a jsou navzájem v symbiotickém vztahu.

Priměřené využívání kybernetických učebních pomůcek spolu s moderní didaktickou technikou žáky motivuje, podněcuje jejich další učební aktivity ve fyzice i v příbuzných oborech (technika, chemie, matematika, . . .), oprošťuje učitele od detailního slovního vysvětlování, učitelova pozornost může být zaměřena na skutečné problémy a dotazy žáků. Díky názornosti a zapojení více smyslů se zvyšuje efektivita výuky. Zabraňují vytváření nesprávných intuitivních představ žáků (tzv. miskoncepcí), kterých se žáci pomocí tradiční výuky později obtížně zbavují. Zbavit se jich lze například působením silnému stimulu, kognitivního konfliktu či silného emocionálního obsahu [61, s. 13–17]. Dobře interpretované a dostupné výsledky modelování pod vedením učitele pozitivně mění postoje žáků k dalšímu fyzikálnímu či technickému vzdělávání, logickému a kreativnímu myšlení a částečně může ovlivnit i hodnotovou orientaci žáků. Přidanou hodnotou při práci s výpočetní technikou je zdokonalení v ovládání počítače, ve vyhledávání a třídění informací z internetu. Internet umožňuje využít další dimenzi ve výuce fyziky díky vzdáleným experimentům, využití virtuálních laboratoří, z čehož pramení i ekonomické výhody, kupříkladu úspora nákladů.

Hlavní možnosti uplatnění výpočetní techniky při výuce fyziky z hlediska funkce programu, část. podle [45, s. 174] a [62]:

- modelování a simulace
- zdroje informací, elektronické encyklopedické produkty, učebnice, úkoly
- demonstrace jevů, pokusů, zapojení počítače do měření, videoanalýzy fyzikálních jevů
- didaktické fyzikální hry
- diagnostika fyzikálních vědomostí žáků
- tvorba materiálů pro výuku (primárně v elektronické podobě)
- programy pro fixaci učební látky

6.1 Modelování a simulace

Ve fyzice se setkáváme často s pojmy modelování pomocí počítače, počítačová simulace, simulační program či virtuální experiment. Je mezi nimi nějaký rozdíl a víme co vlastně přesně znamenají?

Modelování

V ideálním případě při zkoumání a popisu určitého fyzikálního jevu či fyzikální soustavy bychom měli pracovat s reálným fyzikálním jevem či soustavou. V praxi to není často možné z následujících důvodů:

- nastává zřídka, trvá velmi krátkou dobu či jeho pozorování nebo zachycení pomocí přístrojů není možné
- potřebujeme zkoumat jeho chování či předvídat jeho chování v čase
- je příliš složitý, rozměrný
- z ekonomických a časových důvodů

Z výše uvedených důvodů je zřejmé, že budeme vytvářet jednodušší nedokonalý popis, který bude nést podstatné rysy reálné fyzikální soustavy a zároveň bude abstrahovat od nepodstatných či neznámých vlastností, které nemají na vlastní předmět zkoumání podstatný vliv. Tohoto zástupce budeme nazývat **model** a techniku výběru podstatných vlastností a jejich matematický popis nazveme **modelování**. Podobně model je popsán v literatuře [63, 64]: „*Model je nahrazení komplexního systému systémem, který je pokládán za jednodušší a o němž se předpokládá, že má jiné vlastnosti, které jsou shodné s těmi, které byly vybrány pro studium na originálním komplexním systému*“. Pokud je vlastní technika výběru vlastností obtížná, je nutné ji ověřit, a to nejčastěji experimentálně. Může nastat situace, že model nereflktuje všechny podstatné vlastnosti a výsledky modelování získané nejsou v souladu se zkoumaným fyzikálním jevem, pak je nutné model upravit a proces opakovat. Ve fázi řešení modelu se v teoretické rovině obvykle sestaví a řeší analyticky algebraické, obyčejné či parciální diferenciální rovnice, v praktické se musí z důvodu složitosti řešit numericky. V této fázi se fyzika opírá o vyšší matematický aparát, nicméně vstupem mohou být i naměřená data.

Modelování se dnes často realizuje s využitím výpočetní techniky s vhodným software. Modelování pomocí počítače lze rozdělit na tři druhy:

- modelování vkládáním připravených fyzikálních elementů (průžina, tlumič, integrátor, ...)
- modelování čistě pomocí matematického aparátu (nejčastěji rovnic)
- kombinací obou přístupů

V dalším výkladu budou krátce představeny programy použitelné pro výuku fyziky za základní škole.

Simulace

Pomocí simulace napodobujeme skutečnou fyzikální soustavu vytvořeným modelem (simulátorem) jak je znázorněno na blokovém schématu 6.1. Simulace se dnes neobejde rovněž bez pomoci výpočetní techniky s vhodným software. Výsledky simulace jsou obvykle v číselné podobě, chceme-li docílit grafického

výstupu, je nutné opět využít výpočetní techniky a data získaná simulací graficky zobrazit.



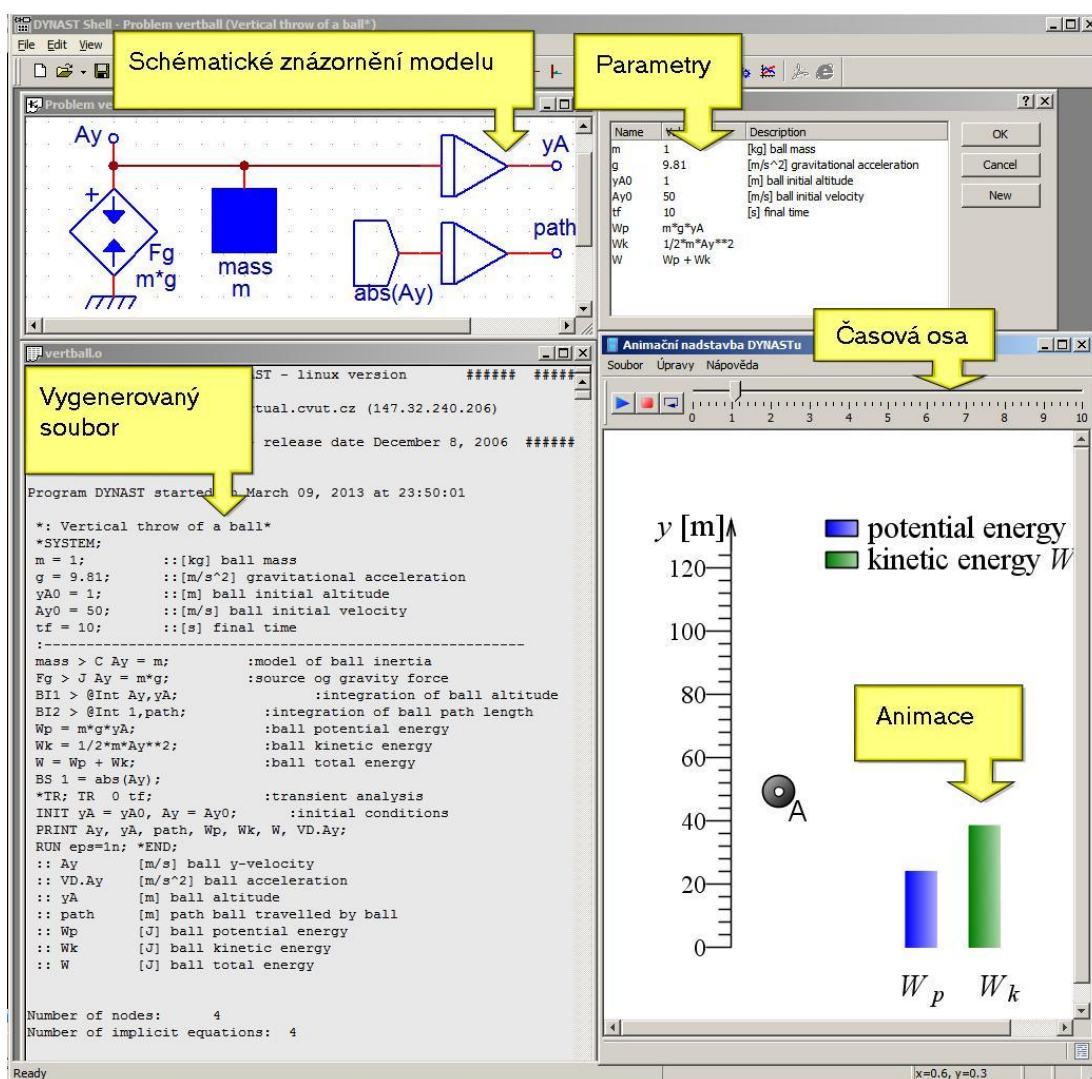
Obrázek 6.1: Blokové schéma modelu a simulace

S tvorbou modelů se setkáme na vyšších stupních škol než základní, nicméně výstupy ze simulací a animace mohou být na základních školách využívány. Počítačové modelování a simulace bývá náročná činnost závislá především na erudici fyzika. V dalším textu uvedeme programy, které umožňují tvorbu modelů maximálně zjednodušit a svým použitím se hodí pro výuku fyziky druhého stupně základní školy.

6.1.1 DYNAST

Software *DYNAST* byl vyvinut na Českém vysokém učení technickém a jedná se o velmi zdařilý produkt umožňující rychlou tvorbu modelu, simulaci i následnou animaci bez nutnosti sestavování a řešení složitých matematických rovnic. Výhodou je značné množství již hotových vyřešených příkladů, možnost bezplatného použití, exportu do flashové animace a prakticky nezatěžuje prostředky počítače – aplikace je distribuovaná \Rightarrow veškerý výpočetní výkon je odehrává na serverech v internetu [65]¹⁹.

¹⁹K dispozici je i omezená verze *Lite Solver* či *Student Solver*, která umožňuje výpočetní výkon přenést na jiný počítač.



Obrázek 6.2: Model v programu *DYNAST*, zdroj: software *DYNAST Shell*, model vertball.dia dodaný s programem

Povaha tohoto software předurčuje jeho použití na základní škole spíše okrajově, a to pouze formou jeho výstupů. Vlastní modelování je určeno pro učitele nebo pro vyšší stupně škol (gymnázia, vysoké školy, apod.), pro modelování je nutný matematický zápis modelu.

6.1.2 Interactive Physics/Working Model 2D

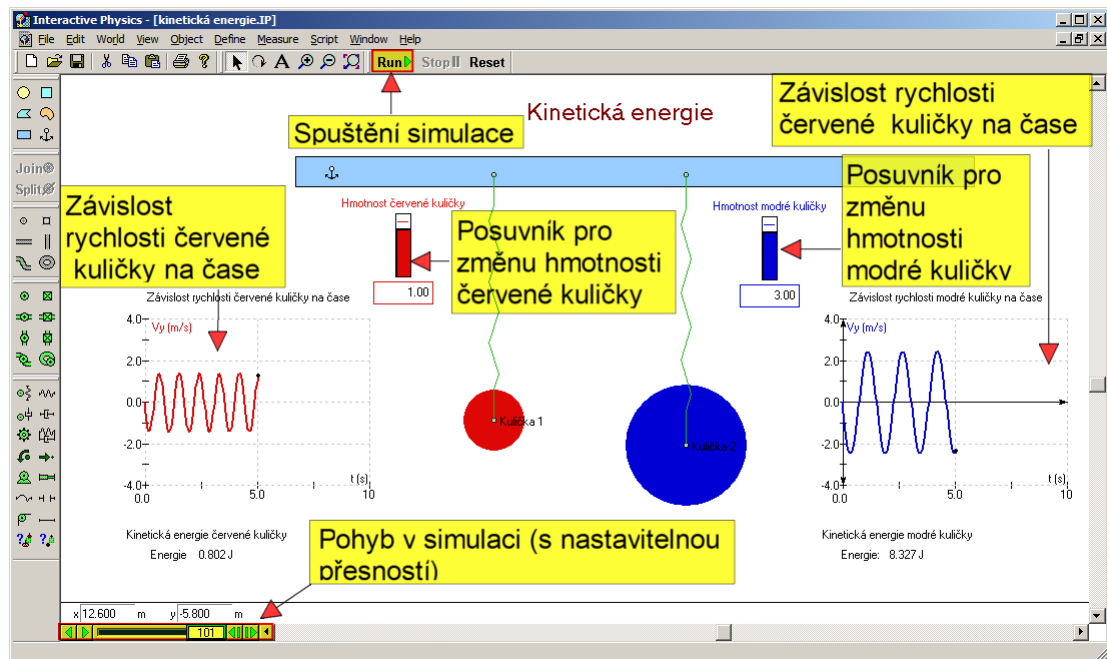
Software *Interactive Physics 2005* od americké firmy Design Simulation Technologies je program na tvorbu jednoduchých i složitějších interaktivních simulací, které lze vytvářet pomocí klikání myši bez znalosti potřebného matematického aparátu. Program je zaměřen speciálně na mechaniku, akustiku, astronomii, nicméně je v něm možné částečně simulovat i elektromagnetické jevy, termika obtížně a optika bohužel vůbec.

Možnosti programu *Interactive Physics*:

- interaktivní vytváření hmotných objektů kliknutím myši s grafickou reprezentací, dvojklikem myši nad objektem mu lze nastavit fyzikální vlastnosti – rozměry (pouze 2D), posuvnou i otáčivou rychlost, druh materiálu, hmotnost, statický i dynamický koeficient tření, elektrický náboj, moment a elasticitu tělesa
- zakomponování technických elementů – pružin, tlumičů (či jejich spojení), motorů, převodů, kladek a provazů včetně nastavení jejich vlastností, spojení s jinými objekty, apod.
- zadání síly včetně jejího druhu (gravitační, elektrostatická, mechanická, odporová)
- měření vzdálenosti, rychlosti, zrychlení, těžiště, momentu sil, energie (kinetické, potenciální)
- spojování objektů do skupin, vazby mezi nimi, zvukové efekty, jednoduché ovládání
- vzorce se generují automaticky, avšak je možné je upravovat, dobrý základ pro složitější modelování
- možnosti doprogramovat vlastní skripty pomocí jazyka s podobnou syntaxí Visual Basicu
- export do videosouboru

Nevýhody programu *Interactive Physics*:

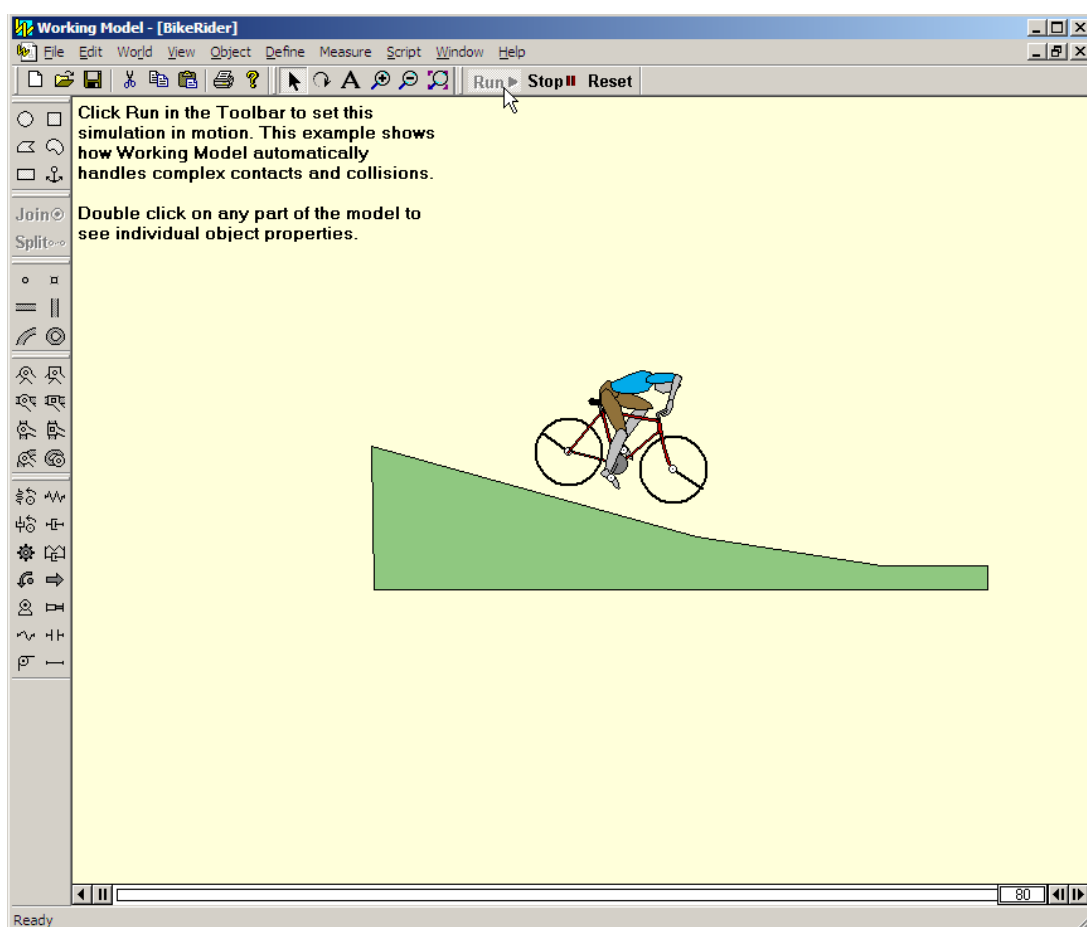
- příklady dodané s programem není možné editovat
- chybí import grafiky
- vyšší cena, viz tabulka 6.4
- poměrně omezené možnosti



Obrázek 6.3: Jednoduchá simulace na kinetickou energii, zdroj: software *Interactive Physics 2005*, simulace [autor]

Simulace je znázorněna na obrázku 6.3, její parametry lze měnit a může posloužit pro zjištění a pochopení skutečnosti, že kinetická energie závisí více na rychlosti než hmotnosti.

Program již zřejmě nebude vyvíjen a zastoupí jej *Working Model 2D* [66], který vychází z *Interactive Physics*, do budoucna míří spíše do technické oblasti – byl pouze doplněn o příklady simulace a animace technických prvků (čerpadla, písty, apod.).



Obrázek 6.4: Cyklista padající z výšky v druhé fázi dopadu, zdroj: software *Working Model 2D*, simulace BikeRider dodaná s programem

6.1.3 ModellusTM

Simulační program *Modellus*TM pochází od portugalského univerzitního profesora Vitora Duarteho Teodora, asistovali João Paulo Duque Vieira a Filipe Costa Clérigo [67]. Hodí se pro jednodušší i složitější simulace celé mechaniky, má výbornou možnost tvorby grafů. Vzhledem k tomu, že pro nekomerční a výukové účely je možné jej používat zdarma, má velmi širokou komunitu i velké množství již hotových příkladů. Navíc díky skutečnosti, že je napsaný v *Javě*, je také multiplatformní, byť v některých operacích trochu pomalejší, což může činit problém na starších počítačích.

Hlavní pozitiva programu:

- superrychlá tvorba simulací
- lze použít pro základní i střední školy
- velké množství vzorových příkladů
- velké ambice autorů z hlediska plánovaných funkcionalit do dalších verzí

- výborná stabilita programu
- vložení analogového měřidla času (ručičkové hodiny)

Negativní stránky programu:

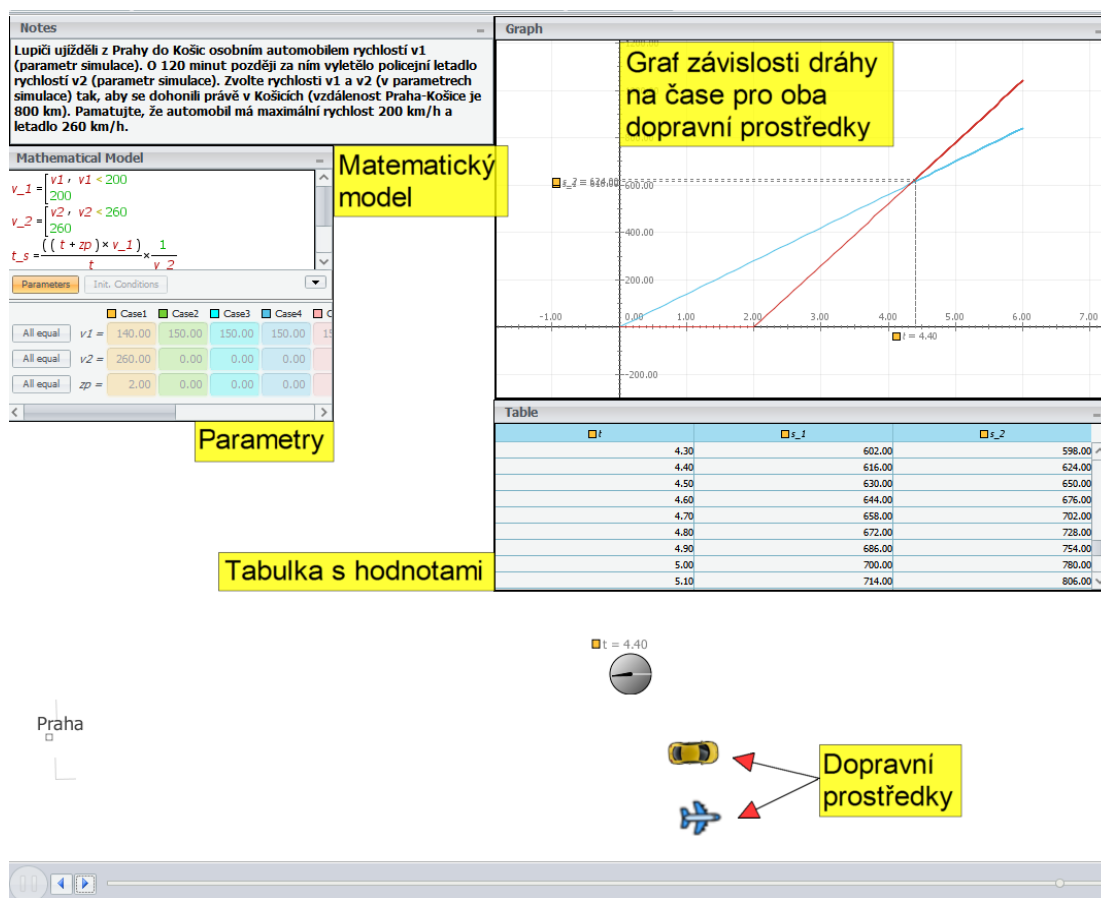
- málo vestavěných grafických objektů
- omezená vyjadřovací síla vestavěného jazyka pro programování simulací
- pro řadu simulací omezené možnosti

V dalším krátkém výkladu je přiblížen příklad na simulaci pohybu dvou dopravních prostředků, který díky mezipředmětovým vztahům zapadá nejen do učiva fyziky, nýbrž také matematiky. Prvním cílem příkladu je nenásilnou formou motivovat žáky k vyřešení problému, dále porozumět již existujícím grafům a v poslední fázi se pokusit pomocí parametrů programu docílit řešení. Koncepce příkladu umožňuje snadnou modifikaci díky parametrům, takže šikovným žákům lze zadat obtížnější úlohy, díky více možnostem řešení podporující představivost a kreativitu žáků.

Zadání: *Lupiči ujížděli z Prahy do Košic osobním automobilem rychlostí v_1 (parametr simulace). O 120 minut později za ním vyletělo policejní letadlo rychlostí v_2 (parametr simulace). Zvolte rychlosti v_1 a v_2 (v parametrech simulace) tak, aby se dohonili právě v Košicích (vzdálenost Praha–Košice je 800 km). Pamatujte, že automobil má maximální rychlost 200 km/h a letadlo 260 km/h.*

Popis řešení:

- vytvoření matematického modelu pomocí jednoduchých vztahů a podmínek (z důvodu ošetření maximálních rychlostí, apod.)
- vložení dvou objektů typu hmotný bod, které budou reprezentovat osobní automobil a policejní letadlo, přiřazení jejich x-ové složky, nastavení měřítek, velikostí
- výběr proměnných, které chceme zanést do grafu. Každé řadě přiřadíme jinou barvu z důvodu lepší čitelnosti
- výběr proměnných, které chceme zobrazit v tabulce hodnot
- nastavení přírůstku času během jednoho kroku, minima a maxima
- vložení analogového měřidla času (ručičkové hodiny)



Obrázek 6.5: Simulace pohybové úlohy v okamžiku míjení (pouze výřez okna), zdroj: software *Modellus X 0.2 RC*, simulace [autor]

6.1.4 Algodo Physics, Algodo for Education

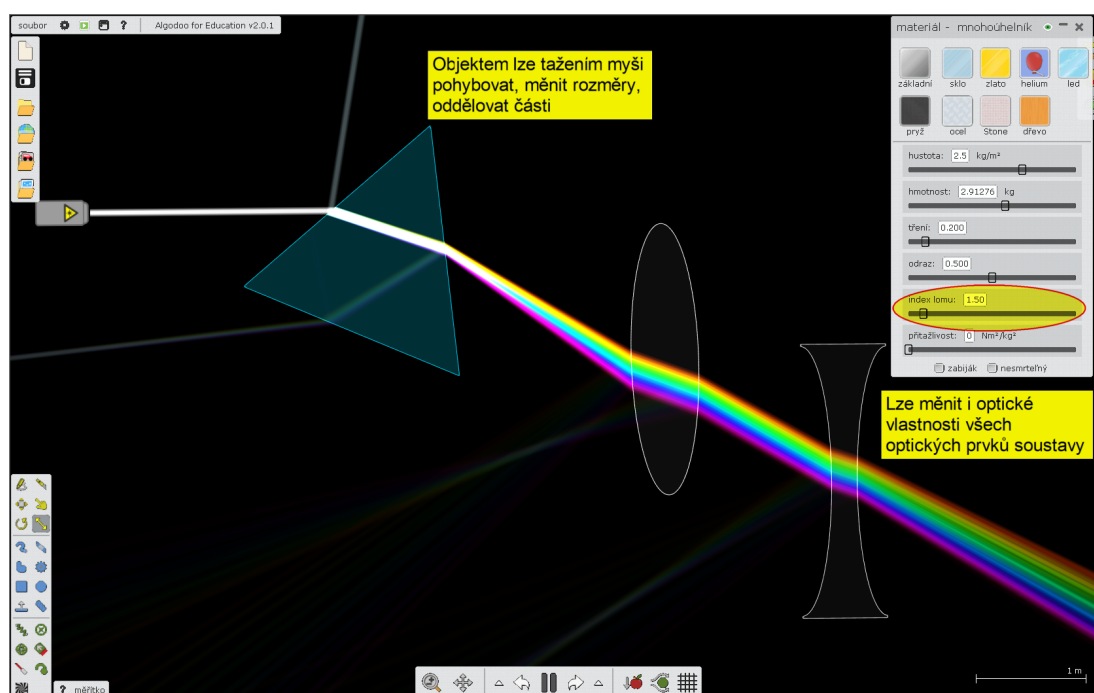
Simulační software *Algodo* vychází z poměrně známého software *Phun* (či *Phun Edition*). Vznikl přibližně před 15 lety na Umeå University ve Švédsku a duchovním otcem byl Emil Ernerfeldt, nyní je vyvíjen seskupením Algoryx Simulation ve vědeckém parku stejné univerzity. Zatímco původní *Phun* byl pro nekomerční použití zdarma, přetvářený *Algodo* již nikoli²⁰. Jedná se o čistě interaktivní a univerzální nástroj umožňující vytvářet ve 2D jednodušší simulace ve všech oborech fyziky zaměřený na interaktivní výuku fyziky na nižších stupních škol. Pro profesionálnější 3D modelování je určen produkt *AgX Multiphysics*.

Možnosti *Algodo for Education*:

- skutečná interaktivita během simulace, objekty lze přemísťovat, rušit, vytvářet v reálném čase během simulace
- výborné grafické možnosti programu (vyhlazování hran, textur, využití výkonu grafické karty)

²⁰Je zajímavé, že volně dostupný *Phun* umožňuje otevření i většinu scén pro *Algodo for Education*.

- přímo z aplikace lze vytvořenou aplikaci sdílet/získat se všemi uživateli – proběhne upload/download na server <http://www.algodoo.com>
- omezení sil působících na objekty
- veškeré fyzikální vlastnosti všech objektů lze zobrazovat (hmotnost, hustota, síla, různé druhy energie, ...)
- integrovaná podpora pro dotyková zařízení (interaktivní tabule)
- přes 45 000 volně dostupných scén na: <http://www.algodoo.com/algobox/>



Obrázek 6.6: Simulace optické soustavy, zdroj: software *Algodoo for Education 2.0.1*, simulace *Rainbow_scene1* dostupná z <http://www.algodoo.com/algobox/>

Jednou z mála nevýhod produktu je obtížnost získávání přesných dat v čase (například grafy), hodí se tedy spíše pro získání zkušeností žáků či ověření fyzikálních zákonů. Ohromnou výhodou je možnost vytváření fyzikálních interaktivních her.

Porovnání možností her v *Algodoo* oproti hrám, např. v *Adobe® Flash®*:

- přemísťování, otáčení, změna velikosti objektů i materiálů během simulace
- interaktivní oddělování částí všech objektů či jejich částí, např. provazu, části tělesa, čočky, ...)
- změna rychlosti simulace v rozmezí od 0,1x – 10x
- omezení sil působících na objekty

- nastavení odporových sil prostředí
- možnost vypnutí gravitace, nastavení tíhového zrychlení, koeficientů tření, elasticity těles



Obrázek 6.7: První fáze dopadu terénního automobilu, zdroj: software *Algodoo for Education 2.0.1*, simulace *Offroad* dostupná z <http://www.algodoo.com/algobox/>

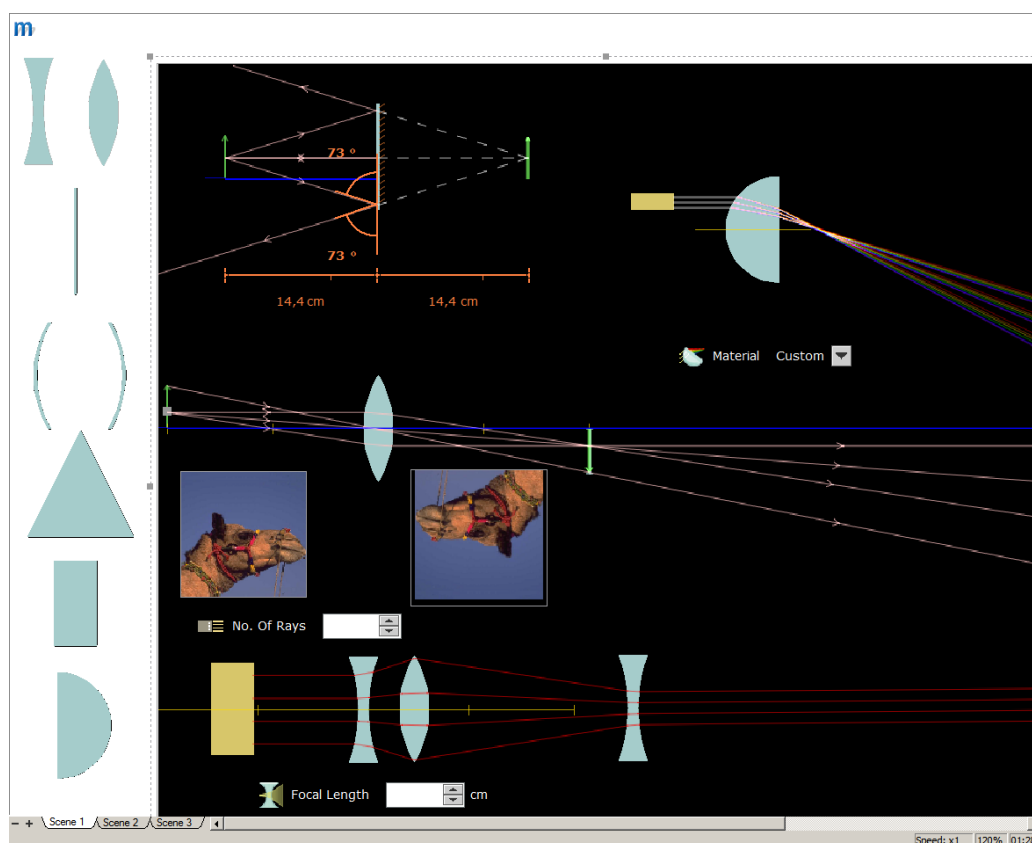
6.1.5 Crocodile Physics/Yenka

Skotská firma Crocodile Clips má se simulacemi více než patnáctiletou historii a vyvinula zdařilý produkt postihující všechny obory fyziky *Crocodile Physics*²¹. V roce 2008 se dle oborů fyziky rozštěpil na balíky *Yenka Electricity*, *Yenka Light and Sound* a *Yenka Motion*. Jedná se o vhodný nástroj pro rychlou tvorbu interaktivních simulací pomocí pouhého klikání myši a nad svými konkurenty vyniká především v mechanice, optice a elektřině, nejméně pozornosti je věnováno termice a astronomii, nicméně díky univerzálnosti programu lze využít prvky mechaniky. Hodí se pro simulování fyzikálních jevů základní i střední školy ve všech oborech fyziky. Hlavní rysy produktu *Crocodile Physics/Yenka*:

- objekty se intuitivně vybírají přetahováním myši z panelu nástrojů umístěného v pravé části
- s programem je dodáno značné množství obrázků umožňujících přiblížit se vzhledu reálných scén

²¹Stejná firma nabízí i simulace pro chemii, praktickou elektroniku a výpočetní techniku.

- vynikající tvorba grafů, zobrazování sil, vektorů, získaná data lze dále použít
- fyzikální vlastnosti všech objektů lze měnit přímo v simulaci buď zapsáním čísla nebo kurzorem myši
- výsledný soubor je ve standardním formátu XML



Obrázek 6.8: Simulace fyzikálních optických jevů (zákon odrazu a lomu), zdroj: software *Crocodile Physics 605*, výřez, simulace [autor]

Obrázek 6.8 demonstruje možnosti výuky optiky – všechny optické prvky z levé strany lze přetáhnout myší (nebo rukou v případě interaktivní tabule) do scény, která má pro optiku standardně černou barvu. Je možné modifikovat vlastnosti čoček (materiál, resp. index lomu a ohniskovou vzdálenost) a vkládat různé zdroje světla, měnit počet jejich paprsků, barvu, měřit pravítkem vzdálenosti, úhloměrem úhly, ...



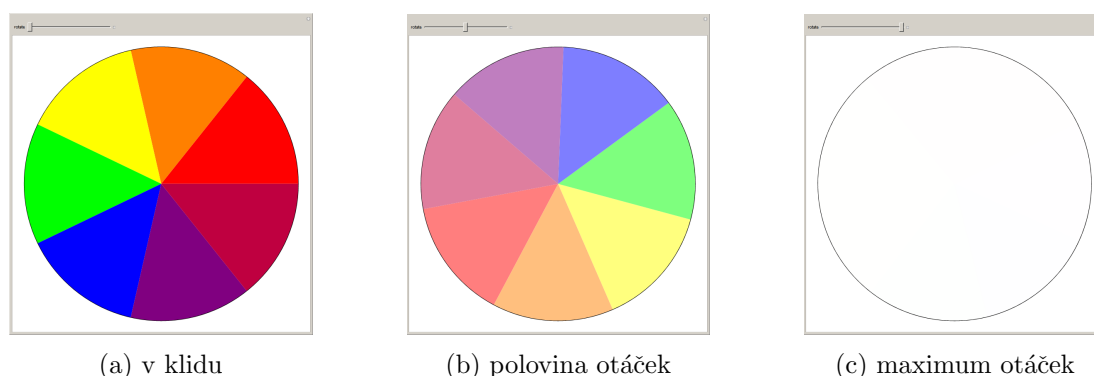
Obrázek 6.9: Virtuální pokus elektromagnetické indukce, zdroj: *Yenka*, výřez, simulace Generator Output

6.1.6 Wolfram Mathematica

Stephen Wolfram založil společnost Wolfram Research v roce 1987 a o rok později byla vydána první verze programu *Mathematica*. Během více než pětadvacetiletého období překotného vývoje se z programu *Mathematica* stal skutečný fenomén nejen v exaktních vědeckých výpočtech v matematice či statistice, ale i oborů z nich vycházejících – fyzice, biologii, elektrotechnice, ekonomice, strojírenství, programování, ale i v umění. V tomto prostředí lze vytvářet vlastní modely, simulace i vizuální animace pomocí vestavěného programovacího jazyka nebo lze využít i *Javy* či *.NET*. Pro výuku na základní škole je použití tohoto programu zbytečně složité i finančně nákladné, nicméně lze využít řady již hotových simulací bez možnosti jejich editace, a to včetně zdrojových kódů volně přístupných na webových stránkách: <http://demonstrations.wolfram.com>, momentálně pro oblast fyziky je jich 1 817. Pro vlastní použití je nutné mít nainstalovaný *CDF Player*, resp. modul internetového prohlížeče, který je k dispozici zdarma tamtéž.

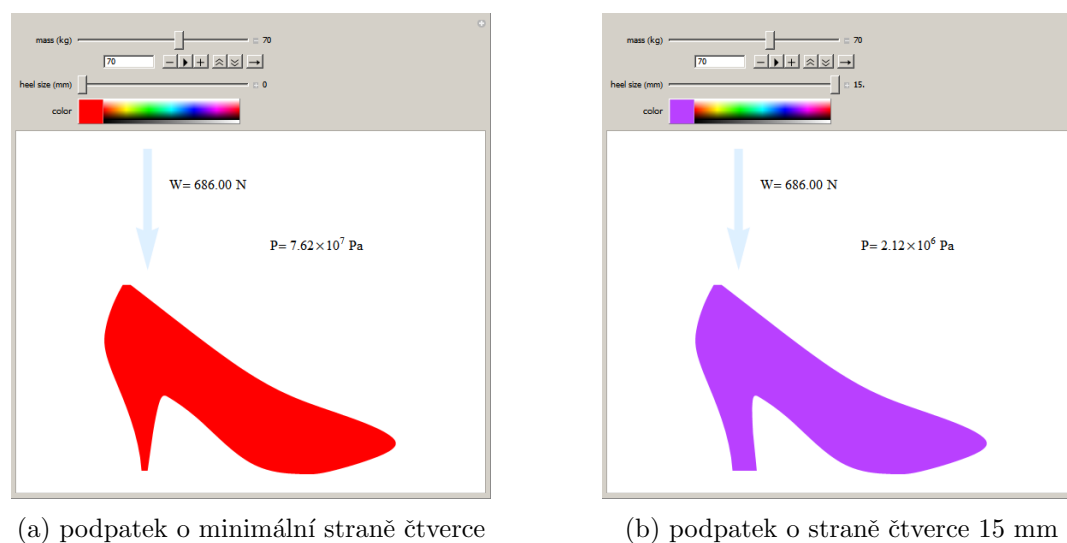
Reálné interaktivity se v *Mathematica* dociluje poměrně obtížně, proto skutečné přímé přemísťování či změny vlastností objektů nelze vykonat přímo na grafickém objektu, ale pouze prostřednictvím nastavení ovládacích prvků²² či kliknutím na určitý objekt.

²²Otáčení ve 3D je funkční.



Obrázek 6.10: Newtonovo barevné kolo při různých rychlostech otáčení [68]

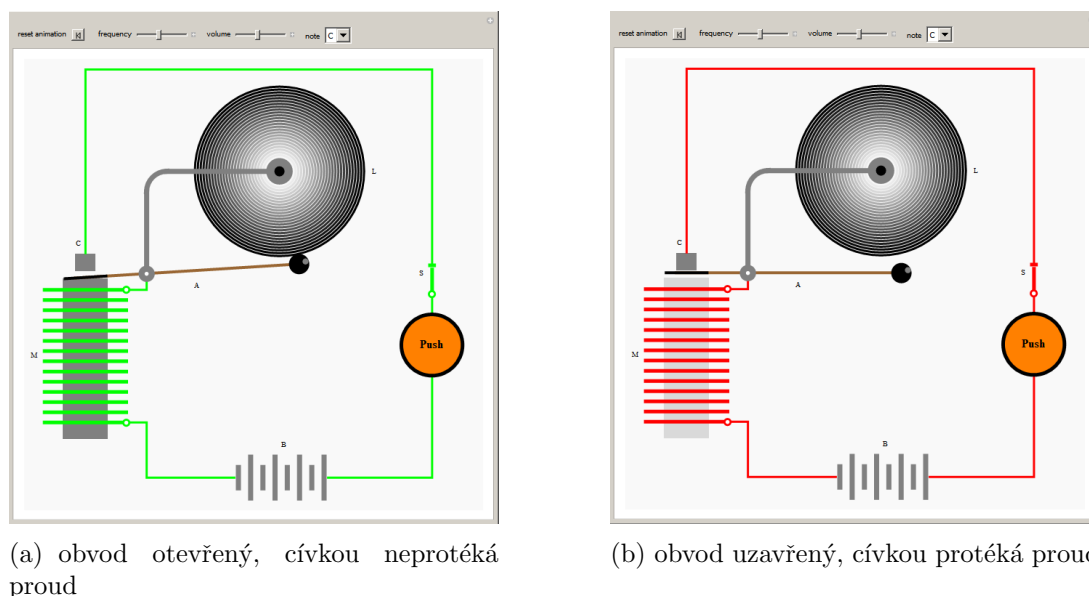
Aplikace na obrázku 6.10 demonstruje skládání barev, přičemž rychlost rotace lze nastavit pomocí ovládacího prvku slider. Mezifázi b.), popřípadě více mezifází, lze využít jako nápovědu pro žáky. Aplikace, ale i reálný pokus, ve skutečnosti využívá setrvačnosti lidského oka.



Obrázek 6.11: Tlak na podložku (zem) při různých rozměrech podpatku [69]

Obrázek 6.11 mohou zpočátku posloužit učitelé k zaujetí žáků problémovou úlohou, posléze učitel může vést diskusi ohledně velikosti konstantní síly působící na různou plochu a z toho logicky odvodit vzorec pro výpočet tlaku včetně ověření výpočtem²³.

²³Zde je nutné podotknout, že autor aplikace se vypořádal s nebezpečím dělení nulou tak, že k ploše přičítá stále 3 mm^2 , což nikde v poznámkách ani vysvětlení úlohy neuvádí!



Obrázek 6.12: Princip elektromagnetického zvonku [70]

Obrázek 6.12 ukazuje zjednodušené technické provedení zvonku, který je ovládán pomocí spínače s textem *Push*. Pokud je obvod otevřený, tj. cívkou neprotéká proud, je obvod znázorněn zelenou barvou, v případě, že obvod je uzavřený (cívkou protéká proud), je znázorněn červenou barvou. Údery paličky na bubínek jsou doprovázeny zvukovými efekty.

6.1.7 MATLAB[®]

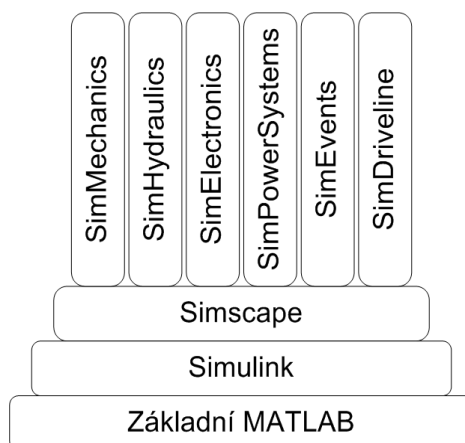
Název *MATLAB*[®] pochází ze spojení počátků slov **matrix laboratory** a jeho první verze byla uvolněna v roce 1984 firmou MathWorks v Massachusetts. *MATLAB*[®] je multiplatformní integrované prostředí pro vědeckotechnické výpočty, analýzu dat a jejich vizualizaci. Jeho možnosti jdou ještě mnohem dále, a to díky možnosti programování, vývoje i testování aplikací a hlavně základní modul *MATLABu* je možné doplnit o knihovny funkcí, které se nazývají toolboxy a o řadu nastaveb. Nejdůležitější nastavbou *MATLABu* pro (nejen) fyziku je grafická nadstavba *Simulink*[®]²⁴, která dovoluje tvorbu modelu pomocí jednoduchého vkládání bloků pomocí myši. K cestě fyzikálních modelů je možná cesta i bez využití *Simulinku*, avšak je nutné si většinu věcí naprogramovat. Nastavby je možné také dále rozšiřovat. *MATLABem*, resp. *Simulinkem* je možné ovládat i externí zařízení, měřicí karty či přístroje.

Přehled typů nastaveb, podle [71]:

- simulační nástroje (jejich použití je pro fyziku nejčastější)
- měření a testování, rozhraní pro vstup a výstup
- zpracování signálů

²⁴Ten byl představen později, a to na počátku 90. let.

- analýza dat, statistika
- tvorba aplikací
- návrhy řídicích systémů
- distribuované výpočty



Obrázek 6.13: Hierarchické blokové schéma nadstavby *MATLABu* pro použití ve fyzice [autor]

S ohledem na finanční náročnost (viz tabulka 6.4) a zbytečnou složitost produktu využití na základní škole najde jen velmi zřídka. Dílní výhodou je možnost exportu z aplikace *MATLAB* a vytvoření spustitelné aplikace na libovolném počítači, je nutná přítomnost *MATLAB Compiler Runtime (MCR)*, které jsou volně přístupné na: <http://www.mathworks.com/products/compiler/mcr/index.html>. Pro mobilní zařízení s operačními systémy *iPhone*, *iPad* nebo *Android* existuje *MATLAB Mobile* s omezenými možnostmi (pracuje v cloudu).

6.1.8 Famulus

Program *Famulus*, který vznikl v minulém tisíciletí na Matematicko-fyzikální fakultě Univerzity Karlovy v Praze byl na svou dobu jediný, ale výborný program pro modelování a simulace fyzikálních jevů na základních i středních školách.

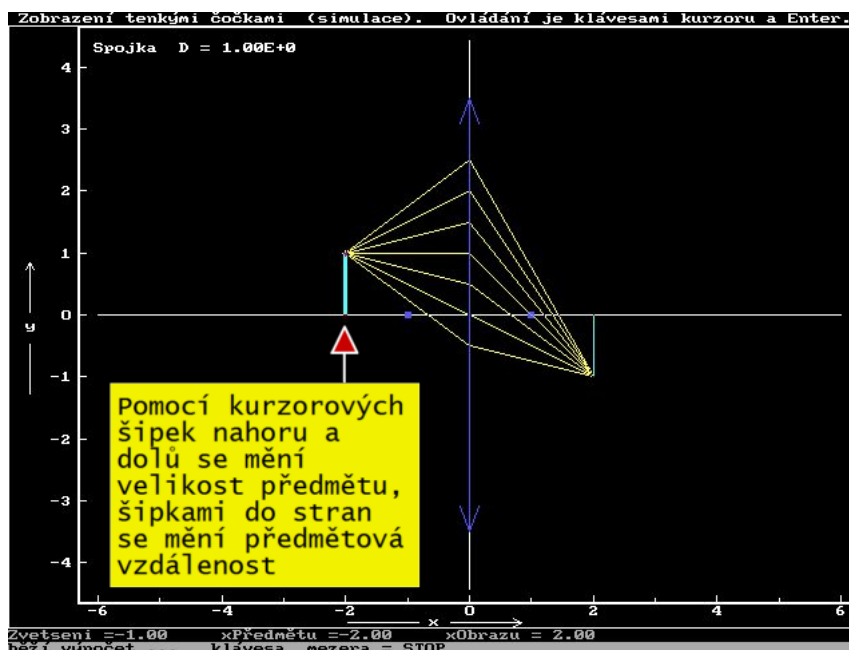
Kladné vlastnosti programu:

- nyní je k dispozici zdarma
- syntaxe jazyka popisujícího model je jednoduchá, podobná Pascalu
- umožňuje veškerý komfort, např. tisk grafů

Záporné vlastnosti programu vyplývají pouze z doby (éra MS-DOSu), ve které vznikl:

- rozlišení grafiky je 640x480 bodů

- nefunguje myš, toto nemá řešení
- pod *Windows 8* již nativně nejde spustit²⁵

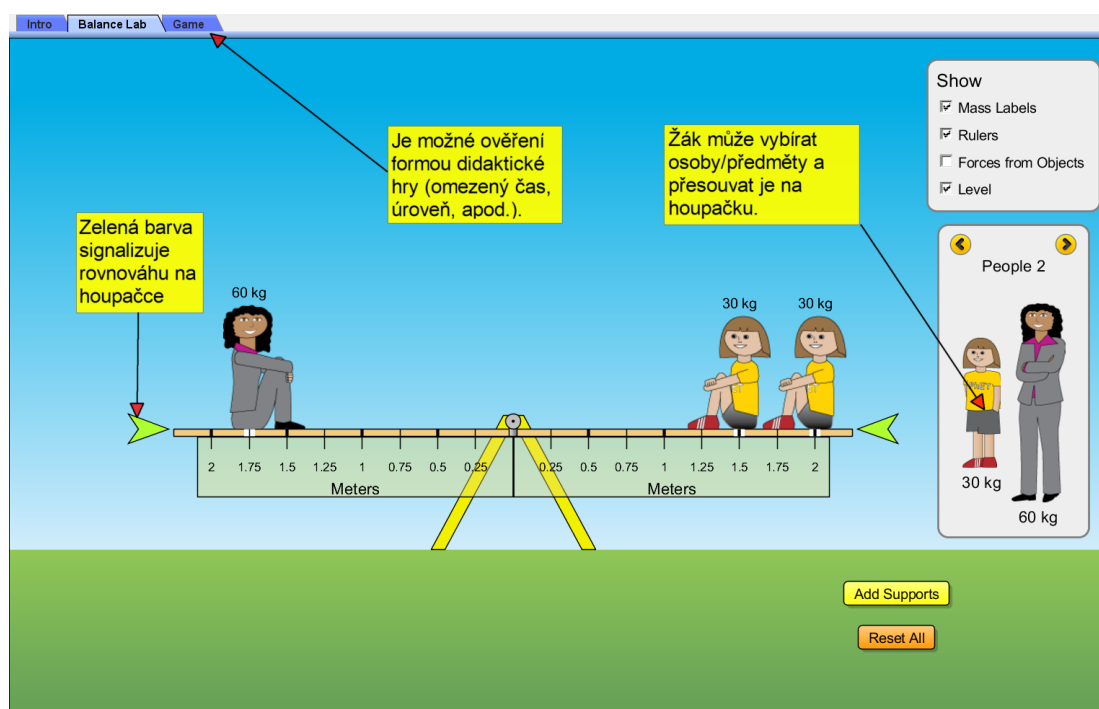


Obrázek 6.14: Interaktivní zobrazení tenkými čočkami, zdroj: *Famulus 3.5*, simulace COCKA11.FM

6.1.9 PhETTM

PhETTM je zkratka projektu **Physics in Education Technology** státní univerzity v Coloradu v USA. Projekt obsahuje řadu hotových interaktivních a zároveň poutavých simulací, pracovních listů, materiálů pro učitele a cvičení nejen z fyziky, ale i z biologie, chemie a matematiky. Všechny jsou dostupné zdarma včetně zdrojových kódů a jsou napsány většinou v *Javě*, v *Adobe[®] Flash[®]*, *Adobe[®] Flex[®]* či v obrázkových souborech, celý projekt je tedy multiplatformní (využitelný ve Windows, Linux, MacOS). Pro vlastní výuku lze použít buď on-line verzi přímo z WWW stránek nebo offline verzi. Překážkou nemusí být ani jazyková bariéra, neboť z celkem 125 simulací je již 45 počestěných [72]. Pro případ, že by ukázkový applet nebyl již počestěn a obsahoval obtížná slova, lze stáhnout zdrojové soubory, změnit lokalizační soubor a provést rekompilaci. Pro zjednodušení procesu je na WWW stránkách k dispozici utilita pro změnu jazyka s názvem *PhET Translation Utility*.

²⁵Existuje řada řešení, jak docílit spuštění programu, např. program DOSBox, viz: <http://www.dosbox.com>



Obrázek 6.15: Rovnováha na páce, zdroj: *PhETTM*, simulace Balancing Act 1.03

6.1.10 Physion

Physion je volně šiřitelný multiplatformní program pouze pro interaktivní simulace pracující ve dvourozměrném prostoru. Jeho použití ho předurčuje k fyzikálním simulacím a experimentům z mechaniky a astronomie pro nižší ročníky 2. stupně základních škol. V mechanice svými vlastnostmi je podobný *Algodo* for Education.

Hlavní rysy *Physion*:

- umožňuje reálnou interaktivitu simulace – s objekty lze pracovat v reálném čase během simulace
- objektům lze nastavovat jejich fyzikální vlastnosti a vazby
- přímo z aplikace lze vytvořenou scénu sdílet/získat na/z internet – proběhne upload/download na server <http://physion.net>
- možnost obsluhy základních událostí pro každý objekt
- lze vytvářet skripty v jazyku *JavaScript*
- možnost použití kamery \Rightarrow sledování vybrané části scény
- intuitivní tvorba vlastních scén

6.1.11 Applety a animace v Adobe® Flash®/Shockwave®

S již hotovými applety obvykle v jazyce *Java* se setkáváme ve fyzice velmi často na všech stupních škol. Jejich bezkonkurenční výhodou je platformní nezávislost a možnost použití v libovolném webovém prohlížeči²⁶, což z nich činí univerzální pomocníky pro všechny obory fyziky. Poměrně používaným řešením je hledání a následné použití vhodného appletu pro danou oblast výuky, a to nejčastěji přes internetový vyhledávací portál. Přehled odkazů, kde je k dispozici dostatečné množství appletů, je v tabulce 6.1 (legenda: ● = ano, ○ = částečně, – = vůbec).

Odkaz	Čeština
http://www.walter-fendt.de/ph14cz/	●
http://phet.colorado.edu/en/simulations/category/physics	○
http://www.vjc.moe.edu.sg/fasttrack/physics/index.htm	–
http://webfyzika.fsv.cvut.cz/6aplety.htm	–
http://kabinet.fyzika.net/aplety/java-aplety-flash-animace.php	●
http://www.zsokol.cz/phprs280/view.php?cislocclanku=2003040002	○
http://fyzika.gymnaziumdc.cz/	○
http://www.gvmyto.cz/internetkouba/_private/Prehledappletu.htm	○

Tabulka 6.1: Vybrané webové stránky či rozcestníky s applety [autor]

Velmi zajímavý nástroj pro tvorbu simulací a modelování v jazyku *Java* je *Easy Java Simulations* (EJS), který umožňuje vytváření simulací i pro uživatele mající s programováním aplikací pouze základní zkušenosti. Nástroj je podrobně zdokumentován a lze jej propojit i s dalšími systémy pro elektronickou podporu výuky. Bližší informace lze nalézt na adrese:

<http://www.um.es/fem/EjsWiki/Main/Documentation>

6.1.12 Další softwarové produkty

Při výuce fyziky je dostupná řada dalších nástrojů, na základních školách se s nimi setkáme jen ojediněle. Jejich stručnou charakteristiku popisuje tabulka 6.2.

²⁶Jedinou omezující podmínkou je nutnost instalace rozšíření do webového prohlížeče.

Název produktu	Použití
<i>Stellarium</i>	Počítačové 3D planetárium, open source, multiplatformní
<i>Tracker</i>	Modelování s možností videosekvencí, open source, multiplatformní
<i>GEONExT</i>	Ideální program pro geometrii, ve fyzice pro paprskovou optiku, open source, multiplatformní
<i>Octave</i>	Pro numerické výpočty, open source alternativa k základnímu MATLABu
<i>NI Multisim</i> (dříve <i>Electronics Workbench</i>)	Návrh elektronických obvodů, jejich vizualizace a simulace
<i>Elmer</i>	Nástroj pro multifyzikální použití, open source
<i>Code Aster</i>	Technické výpočty a simulace, open source, jen pro Linux
<i>SALOME</i>	Numerické simulace a jejich zobrazování, open source
<i>COMSOL Multiphysics</i> [®]	Pro inženýrské výpočty, specializované na elektřinu a magnetismus, komerční
<i>Autodesk Simulation Multiphysics</i> [®]	Modely technických zařízení, CAD, komerční

Tabulka 6.2: Stručné informace o dalších speciálních produktech [autor]

6.2 Platforma Linux

V České republice existuje řada vzdělávacích institucí, kde je provozována nějaká distribuce operačního systému *Linux*. Pohledem do obrázku 5.1 zjistíme, že podíl tohoto systému činí cca 2 % a je v čase téměř neměnný. Pro základní školství je k dispozici omezené programové vybavení. Alternativou je provozování programů pod Wine, kde fyzikální aplikace obvykle fungují [73].

Poměrně mladým projektem je *Open source physics*, který shromažďuje řadu simulací a fyzikálních modelů pro všechny obory fyziky, který je dostupný na: <http://www.compadre.org/osp/>. Ostatní programy jsou stručně charakterizovány v tabulce 6.3.

Název produktu	Použití
<i>Algodoo</i>	popsán v kapitole 6.1.4
<i>Numptyphysics</i>	popsán v kapitole 6.4.4
<i>Physion</i>	popsán v kapitole 6.1.10
<i>Open source physics</i>	Velmi nadějný projekt pro podporu výuky fyziky, řada simulací, multiplatformní
<i>Stellarium</i>	Virtuální 3D planetárium
<i>Step</i>	Interaktivní software, zobrazení grafů, české prostředí
<i>Lightspeed</i>	Pro gymnázia a SŠ, výborná vizualizace relativistické fyziky
<i>XosScope</i>	Virtuální univerzální osciloskop
<i>Qucs (Quite Universal Circuit Simulator)</i>	Navrhování elektrických obvodů

Tabulka 6.3: Přehled vybraného programového vybavení pro výuku fyziky pod *Linuxem* [autor]

Praktická část

Cílem praktické části diplomové práce je navržení takových metod počítačem podporované výuky fyziky, která aktivně zapojí žáka do procesu učení novým poznatkům. Záměrně jsou proto zařazeny pouze metody, které umožňují interaktivitu žáka s vytvořenou aplikací, konstrukci jeho poznání na základě praktických zkušeností a zážitků. Z obecné didaktiky je známo, že trvalost, uchovatelnost takto získaných poznatků je výrazně větší než při získávání poznatků z transmisivní výuky.

Navržené metody počítačem podporované výuky fyziky by se mohly stát dílčím příspěvkem k řešení neutěšené situace v současném stavu malého zájmu žáků o přírodovědné a technické obory na jedné straně a na straně druhé naopak obrovské poptávce společnosti po takto vzdělaných odborných profesích.

Fyzika jako vyučovací předmět v pořadí oblíbenosti vyučovacích předmětů na základních školách dopadla podle dotazníkového šetření na **předposledním** místě [50, s. 26].

6.3 Microsoft Excel

Microsoft Excel byl vyvinut firmou Microsoft v roce 1987 a je součástí všech balíčků *Microsoft Office* a záhy získal velkou oblibu u uživatelů. Hlavní nevýhodou dosud popsaných řešení byla nutnost mít nainstalovaný speciální software či plugin v počítači a tím byla obtížná přenositelnost aplikace na jiný počítač. Proto dále uvedené programy jsou napsány tak, aby fungovaly pod verzemi *Microsoft Excel* od verze 2000 výše, tzn. jsou odzkoušeny ve verzích 2000, XP, 2003, 2007, 2010, včetně poslední verze 2013. Drobný nedostatek spočívá v tom, že ve starších verzích *Excelu* (2000, XP) vykreslení některých grafických elementů není vizuálně na takové úrovni jako v novějších verzích *Office 2003–2013*. *Office 2007* při vykreslování požadovaného grafu používá mírně odlišný graf²⁷, nicméně nic z výše uvedeného nemá za následek nemožnost použití všech aplikací na libovolném počítači, kde je *Microsoft Excel 2000* a vyšší nainstalován.

Podobnou funkcionalitu poskytují *LibreOffice Calc* a *OpenOffice Calc*, avšak chybí jim implementace několika málo důležitých funkcí.

Následující příklad simuluje jízdu automobilu v reálném čase, žák má možnost pomocí plynu zvyšovat rychlost automobilu a pomocí brzdy rychlost automobilu snižovat, jak je obvyklé v praxi. Simulace může probíhat v několika režimech:

- tréninkovém – žák se seznámí s ovládním automobilu, jeho zrychlováním či zpomalováním
- zkušebním – žák se pokusí „napodobit“ jízdu dle náhodně vygenerovaného (a realizovatelného) grafu
- pro učitele – učitel si může nasimulovat svoji jízdu a posléze mohou žáci dedukovat, v jakém asi provozu automobil jezdil (předpokládá se, že žáci mají povědomí o maximálních rychlostech na pozemních komunikacích anebo se vezli automobilem po městě v dopravní zácpě)

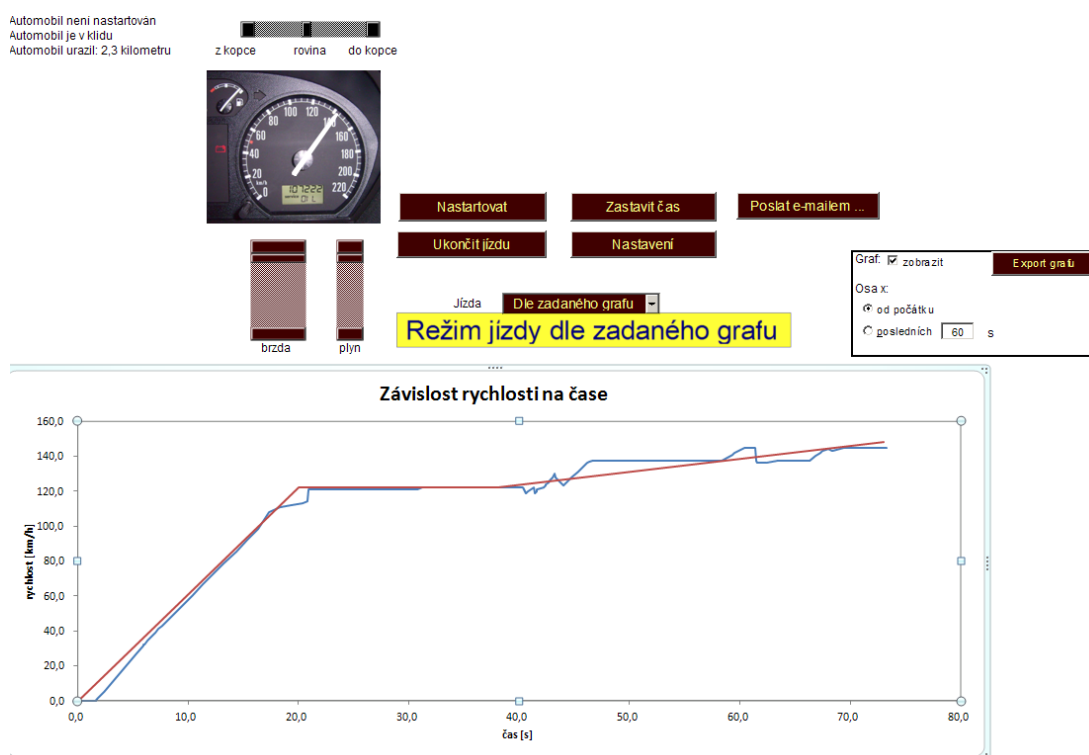
²⁷Opravu zajišťuje opravný balíček dostupný přes *Microsoft Update*.



Obrázek 6.16: Simulace při rozjezdu automobilu v tréninkovém režimu jízdy včetně popisu hlavních částí [autor]

Stručný popis, který neplyne z obrázku 6.16:

- před vlastním rozjezdem je nutné automobil nastartovat pomocí tlačítka, program na to ve výchozím nastavení upozorňuje
- režim jízdy je pevně nastaven dle listu Nastavení, který je chráněn heslem (v dalším textu je toto heslo pro jednoduchost: 123); předpokládá se, že heslo zná pouze vyučující a dopředu si nastaví parametry simulace dle své potřeby
- i přes skutečnost, že čas je protenzivní veličina, lze v této simulaci pomocí na první pohled kontroverzního tlačítka *Zastavit čas* v simulaci čas skutečně zastavit po libovolně dlouho dobu. Jeho význam může být důležitý, neboť simulace pracuje v reálném čase a slabší či nepozorní žáci mohou mít problém s koncentrací či vnímáním. Tlačítko lze zakázat v Nastavení
- graf se překresluje vždy po změně úrovně plynu či brzdy, jinak každou sekundu, lze nastavit opět v Nastavení



Obrázek 6.17: Simulace po skončení jízdy v režimu dle zadaného grafu [autor]

Obrázek 6.17 ukazuje režim jízdy ve snaze co nejvěrněji napodobit náhodně vygenerovaný graf (označen červeně). Z něho je patrné, že největší problém vzniká při rychlých změnách rychlosti během krátkého času, kdy žák příliš rychle stiskne některý z pedálů ve snaze co nejrychleji reagovat. Nicméně je třeba vzít úvahu, že zcela přesně není možné úlohu splnit, snad jedině případě, že by automobil jel stále konstantní rychlostí. Mnohem důležitější je, aby žák pochopil reakci na stlačení pedálu v podobě změn v grafu. Úlohu by bylo možné i zpomalit v čase, ale tím by utrpěla realita simulace.

Nejstěžejnější části kódu jsou v příloze A, celý program lze nalézt na přiloženém CD-ROM.

Nastavení simulace automobilu

Položka	Hodnota
Text v tlačítku - nastartovat	Nastartovat
Text v tlačítku - zhasnutí motoru	Zhasnout motor
Maximální rychlost automobilu	180 km/h
Koeficient maximálního stlačení pedálu brzdy	0,8
Vzorkování brzdy	50 dílků
Vzorkování plynu	50 dílků
Nastavení dolní meze kopcovitosti	1
Nastavení horní meze kopcovitosti	100
Inkrement realokace polí	1
Implicitní velikost polí	1
První index polí	1
Zobrazovat varování při sešlápnutí brzdy či plynu při vypnutém motoru	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
Zobrazovat analogový tachometr	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
Povolit pozastavení času	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
Interval aktualizace grafu	1 s
Doba trvání jízdy dle zadaného grafu	120 s
Heslo pro nastavení programu	123
Maximální zrychlení automobilu na rovině	2 m/s ²
Maximální zpomalení automobilu na rovině	4 m/s ²
Maximální zrychlení automobilu z největšího kopce	1,5 násobek max. zrychlení na rovině
Minimální zrychlení automobilu do největšího kopce	0,5 násobek max. zrychlení na rovině
Maximální zpomalení při jízdě do největšího kopce	1,5 násobek max. zpomalení na rovině
Minimální zpomalení při jízdě z největšího kopce	0,5 násobek max. zpomalení na rovině
Standardní kopcovitost	0,5 (0,5 ... rovina)
Přechod nohy z pedálu brzdy na pedál plynu	<input type="checkbox"/> Ano
Název grafu závislosti rychlosti na čase	Závislost rychlosti na čase
Popiska osy x grafu závislosti rychlosti na čase	čas [s]
Popiska osy y grafu závislosti rychlosti na čase	rychlost [km/h]
SMTP server	smtp.internet.starnet.cz
Port na SMTP serveru	25
Odesílatel e-mailu	pavac@seznam.cz

Uložit a zpět

Obrázek 6.18: Nastavení simulace automobilu [autor]

Software	Mech.	Term.	Opt.	Elektr.	Magn.	Akust.	Ast.	Cena s DPH	České prostředí
<i>DYNAST</i>	•	•	–	•	•	•	•	zdarma	–
<i>Interactive Physics</i>	•	–	–	–	–	–	○	249 €	–
<i>ModellusTM</i>	•	–	–	–	–	•	•	zdarma	slovenština
<i>Phun</i>	•	–	•	–	–	•	•	zdarma	–
<i>Algodoo</i>	•	–	•	–	–	•	•	zdarma 15h trial, 3 € <i>Physics</i> , 30 € <i>for Education</i>	•
<i>Crocodile Physics/Yenka</i>	•	○	•	•	•	•	•	zdarma pro dom., 230 € pro školy	–
<i>Physion</i>	•	–	–	–	–	–	•	zdarma	–
<i>Famulus</i>	•	○	•	•	•	•	•	zdarma	•
<i>Wolfram Mathematica</i>	•	•	•	•	•	•	•	3 700,- Kč	•
<i>Matlab[®]</i>	pouze vlastním kódem							21 756,- Kč	–
<i>Simulink</i>	•	–	•	•	•	•	•	20 546,- Kč	–
<i>Simscape</i>	•	–	•	•	•	•	•	8 446,- Kč	–
<i>SimMechanics</i>	•	–	•	•	•	•	•	8 446,- Kč	–
<i>SimHydraulic</i>	•	–	•	•	•	•	•	8 446,- Kč	–
<i>SimElectronics</i>	–	–	○	•	•	–	–	8 446,- Kč	–

Tabulka 6.4: Tabulka software využitelného na základní škole rozdělená dle fyzikálních oborů [autor]

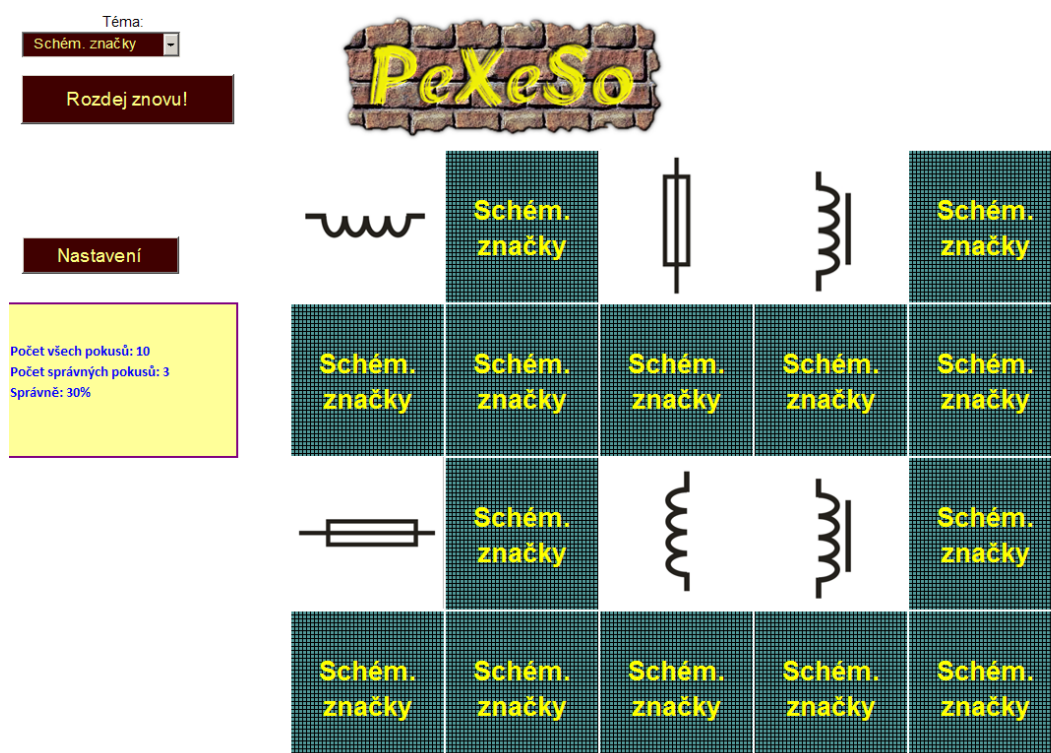
Ceny jsou včetně aktuální platné sazby DPH a byly stanoveny z webových stránek výrobců či distributorů bez ohledu na cenové akce a jsou platné pro školství a jsou zaokrouhlené na celé Kč nahoru.

6.4 Didaktické fyzikální hry

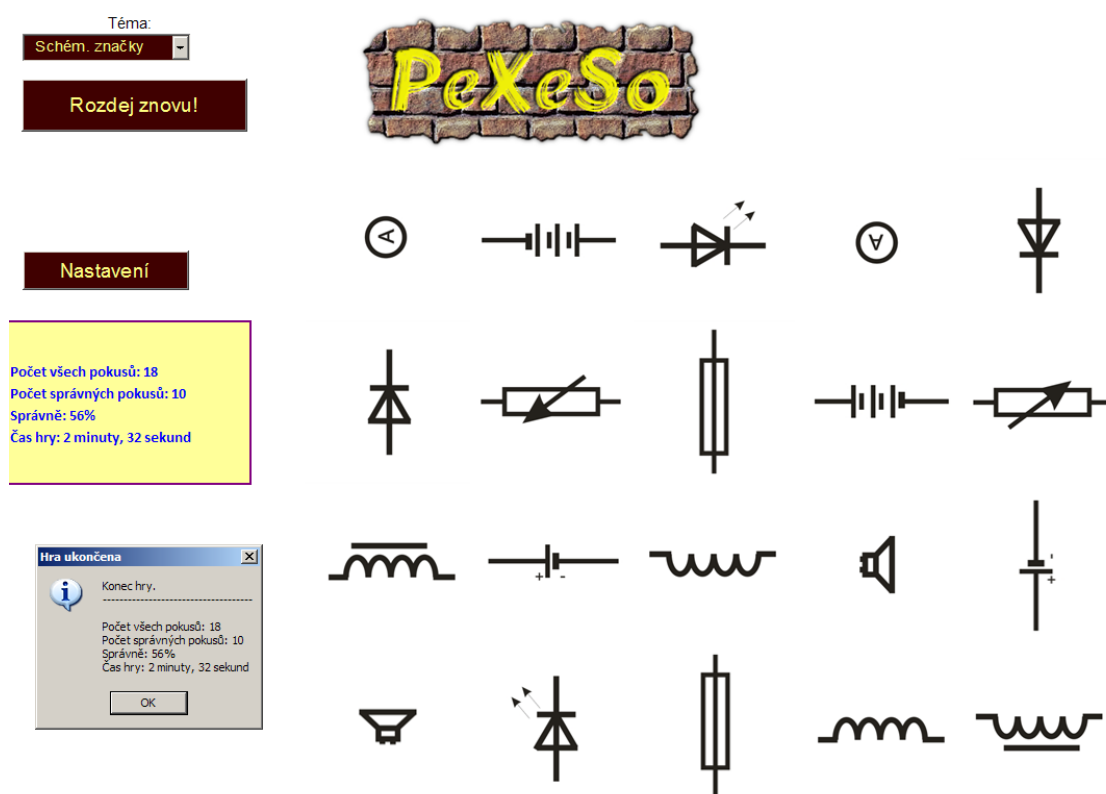
Hlavním přínosem didaktických fyzikálních her je, že efektivně odbourávají obavy žáků z učiva fyziky a významnou měrou překonávají psychické bariéry jejich učení. Díky přitažlivé počítačové podpoře výuky lze vyvolat u žáků zájem o obsah učiva fyziky, pochopení základních pojmů a symbolů mnohem účinněji než při transmisivní výuce. Autoři [75, s. 323] poukazují na to, že právě: „prostřednictvím her mohou žáci řešit i složité učební úlohy, poněvadž hra na ně působí jako silný motivační náboj“. I podle dalších autorů [76, s. 21] můžeme hovořit o tom: „že respektování určitých pravidel vede žáky k sebeobsluze a má vliv i na socializaci jedince. Didaktické hry mají nejen efekt vzdělávací, ale také efekt výchovný“.

6.4.1 PeXeSo

Hra *PeXeSo* patří mezi hry, se kterými se děti setkávají již od útlého věku a formou zábavné hry slouží k procvičování paměti a k podpoře koncentrace. Hra *PeXeSo* se původně řadí mezi české speciality, samotný název hry údajně pochází z počátečních písmen věty **PE**Kelně **SE** **SO**ustřed' [77]. V současné době podobné hry existují i za našimi hranicemi, přičemž bývají označovány jako *memory cards/games*. Fyzikální didaktická hra *PeXeSo* je koncipovaná jako otevřená aplikace na procvičování libovolného oboru fyziky – stačí do adresáře k vlastní aplikaci přidat obrázkové soubory a tak snadno rozšířit portfolio jeho možností i na další obory fyziky i jiných předmětů.



Obrázek 6.19: Hra *PeXeSo* v režimu hry se zaměřením na procvičování schématických značek z elektřiny a magnetismu [autor]



Obrázek 6.20: Hra *PeXeSo* po ukončení hry se zaměřením na procvičování schématických značek z elektřiny a magnetismu [autor]

Program *PeXeSo* vždy po ukončení hry číselně spočítá hodnocení dle následujících parametrů:

- čas hry (čím menší, tím více bodů)
- velikost hracího pole (čím větší, tím více bodů)
- procentuální ukazatel správných pokusů (čím více, tím lépe)

Výsledná detailní statistika se nezobrazuje, ale posílá přes zabezpečený protokol HTTPs na databázový server k dalšímu zpracování (lze zakázat v Nastavení). Vzhledem k tomu, že na počátku hry je nutné zadat jméno, lze snadno pomocí SQL dotazů zjistit libovolné údaje o jednotlivci, třídě, škole, ... Samozřejmě výsledná data lze naimportovat mj. i do *Microsoft Excelu* ve formě CSV souboru.

rows	columns	time	endTime	correctTurnOverPercent	school	class	name	totalMarks	ipaddr	theme	factor1	factor2	factor3	factor4
4	5	203	2013-04-13 12:34:32	36	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	užitel	Test před hodinou	10.23	81.90.162.141	Schém. značky	0.05	0.1	0.36	0.09
4	5	271	2013-04-13 12:44:01	45	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	9B		10.83	81.90.162.141	Schém. značky	0.04	0.1	0.45	0.09
4	5	91	2013-04-13 12:44:06	62	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	9B		18.49	81.90.162.141	Schém. značky	0.11	0.1	0.62	0.09
4	5	114	2013-04-13 12:44:10	48	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	9B		14.71	81.90.162.141	Schém. značky	0.09	0.1	0.48	0.09
4	5	212	2013-04-13 12:44:49	43	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	9B		11.25	81.90.162.141	Schém. značky	0.05	0.1	0.43	0.09
4	5	113	2013-04-13 12:44:54	53	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	9B		15.51	81.90.162.141	Schém. značky	0.09	0.1	0.53	0.09
4	5	143	2013-04-13 12:44:59	50	ZŠ Rožnov, L. Kuby 48, Č. Bud	9B		13.82	81.90.162.141	Schém. značky	0.07	0.1	0.5	0.09

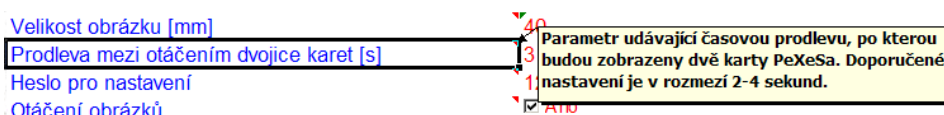
Obrázek 6.21: Struktura databáze a několik záznamů z testu na základní škole [autor]

Položka	Hodnota
Počet řádek PeXeSa	4
Počet sloupců PeXeSa	5
Počet oddělovacích řádků	2
Počet oddělovacích sloupců	3
Velikost obrázku [mm]	40
Prodleva mezi otáčením dvojice karet [s]	3
Heslo pro nastavení	123
Otáčení obrázků	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
Automatický zoom	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
Název základní školy	ZS Testovací škola
Třída	6A
Text při pokusu o hru když nejsou dostupné obrázky	Rozměry neumožňují hru Pexeso
Text při pokusu o tah když hra není zahájena	Momentálně není hra zahájena. &CRLF& Hru zahájíte stisknutím tlačítka H
Text při přístupu k obrázkům, které neexistují	Zřejmě nemáte připravenou dostatečnou zásobu obrázků: -----&CRLF
Velký oddělovač v dialozích	-----&CRLF
Malý oddělovač v dialozích	-----&CRLF
Oddělovač minut a sekund	,
Název hlavního listu pro hru	Pexeso
Název listu pro Nastavení	Nastavení
Název listu pro Skóre	Skóre
Standardní formát obrázků	jpg
Suffix pro shodné obrázky	_a
Odesílat výsledky na server	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
URL adresa pro odesílání výsledků	http://store.pf.jcu.cz/pexeso/pexeso.php
Použít zabezpečený protokol https (port 443)	<input checked="" type="checkbox"/> Ano
SMTP server	smtp.internet.starnet.cz
Port SMTP serveru	25
Odesílatel e-mailu	pavac@seznam.cz
Aktuální identifikátor PeXeSa	186

Zpět ...

Obrázek 6.22: Nastavení hry *PeXeSo* (dostupné pouze přes heslo) [autor]

Na listu Nastavení je možné měnit všechny parametry z obrázku 6.22. Po výběru každé položky se zobrazí detailní nápověda, což znázorňuje obrázek 6.23, proto v dalším výkladu abstrahujeme od popisu jednotlivých položek.



Obrázek 6.23: Nápověda k nastavení *PeXeSa* (dostupná opět pouze přes heslo) [autor]

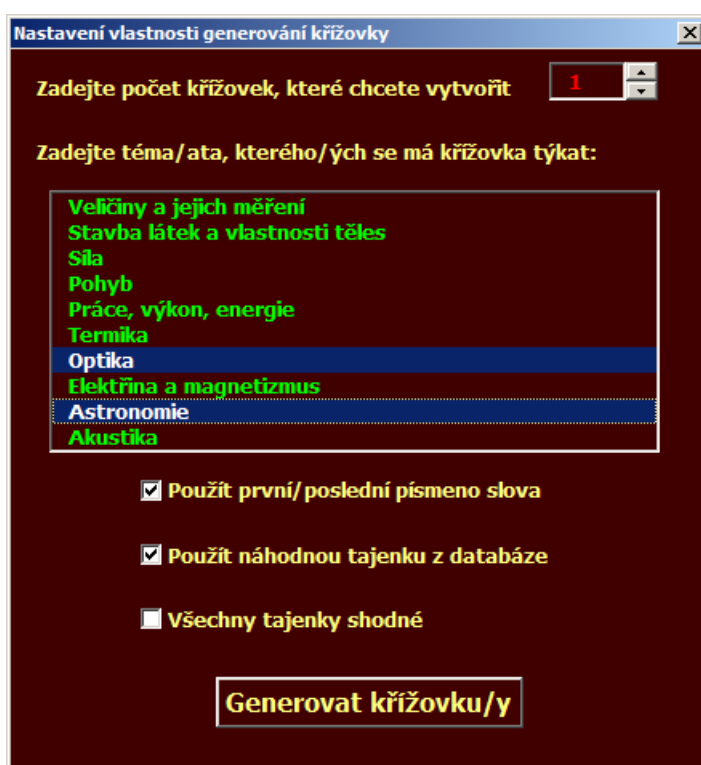
6.4.2 Fyzikální křížovky

Při návrhu další metody vycházíme z předpokladu, že soutěživost patří mezi přirozené vlastnosti dětí a metodu křížovek žáci znají již z dřívějšíka. V dalším textu seznamujeme s návrhem křížovky, která obsahuje výhradně fyzikální tematiku. Obdobně jako u pexesa předpokládáme, že křížovkou prezentované nové učivo fyziky vyvolá u žáků větší prvotní zájem, v jejich učení bude aktivizujícím prvkem a obsah si snáze a lépe zapamatují. Jedná se však o déletrvající proces, jak popisuje [78, s. 170]: „Proto z teoretického hlediska lze stěží nepochybovat o správnosti názoru, že ve školním vyučování se dítě zmocňuje pojmů v hotové podobě a osvojuje si je stejně jako jsou osvojovány kterékoli intelektuální návyky.“

U slabších žáků nelze vyloučit, že se s neznámými slovy setkají v křížovce poprvé. Řada autorů, například [78, s. 172], obhajuje myšlenku: „že v momentu, kdy dítě poprvé pozná význam pro ně nového slova, proces vývoje pojmu nekončí, ale teprve začíná“. Další autoři, například [79, s. 18], poukazují na odlišné chápání některých fyzikálních pojmů oproti jejich významu v běžném životě, například pojem *energie* a *vlna* s tím, že řada pojmů se z fyziky do běžného života nedostala vůbec.



Obrázek 6.24: Hlavní rozhraní fyzikálních křížovek včetně krátkého vysvětlení [autor]



Obrázek 6.25: Dialog pro nastavení parametrů křížovky [autor]

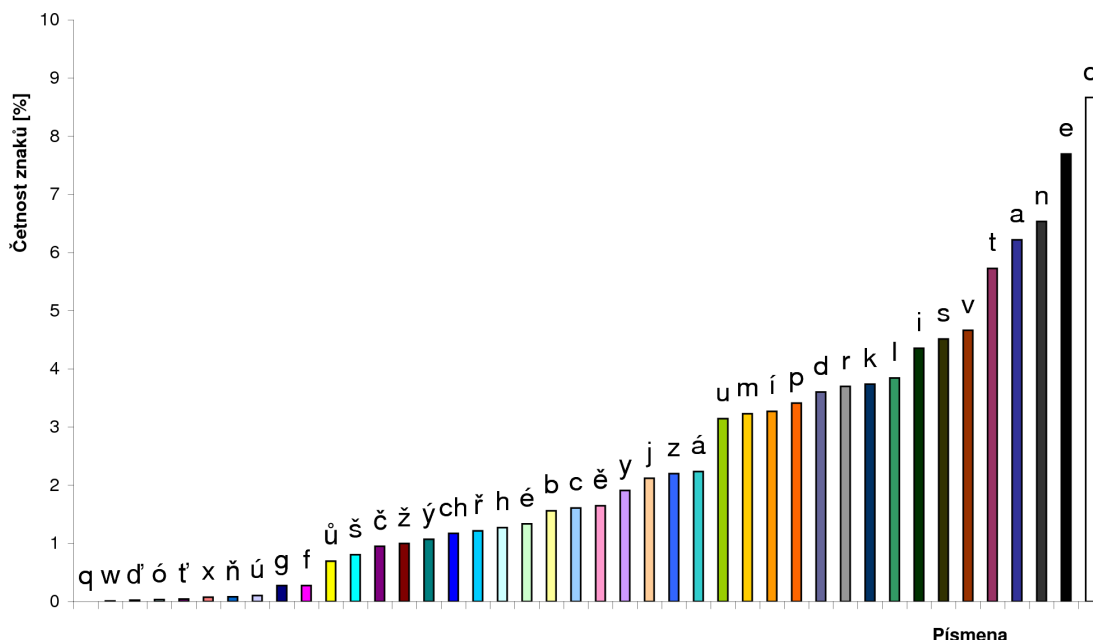
V zobrazeném dialogu na obrázku 6.25 lze zvolit počet vygenerovaných křížovek a obor či více oborů fyziky, ze kterého chceme používat výrazy do křížovky. Dále je možné zde nastavit, aby se první a poslední písmena slov nezahrnovala do tajenky. Poslední dvě možnosti se týkají tajenky – je možné tajenku vybrat z dostupné databáze náhodným výběrem anebo tajenku ručně zadat. Používanou volbou bude vytvoření různých křížovek se shodnou tajenkou, což zajišťuje poslední zaškrťovací tlačítko. Výběr slov do křížovky se realizuje zcela náhodným výběrem.

Pokud bychom tvořili křížovky v anglickém jazyce, měli bychom velikost množiny všech možných písmen rovnu 26 (a–z, bez ohledu na velikost písmen). V českém jazyce je situace složitější, máme oproti anglické abecedě o 16 písmen navíc (á, č, ď, é, ě, í, ň, ó, ř, š, ť, ú, ů, ý, ž a ch²⁸). Toho může činit problém při generování křížovek s tajenkami, ve kterých jsou obsaženy české znaky z levé části grafu 6.26. Řešení problému spočívá v kombinaci následujících prvků:

- velikost slovníku musí být větší a měl by pokrýt i české znaky z levé části grafu 6.26. Slovník obsahuje cca 300 slov, část slov včetně legend je v příloze B, výběr slov dle [80, 81, 82, 83, 84, 85] a legend podle [86, 87]
- implementaci optimálního algoritmu

²⁸V angličtině v křížovkách posloupnost písmen ch má význam dvou samostatných písmen c a h.

- při nenalezení vhodného slova do tajenky je uživatel požádán o vložení nového slova včetně jeho legendy a oboru/ů, zadané slovo se uloží do seznamu slov pro další použití



Obrázek 6.26: Četnosti znaků v české abecedě vzestupně seřazené, zdrojová data [74]

Fyzikální křížovka (témata: Optika; Astronomie, ozn.: 426)

1.		F	O	T	O	A	P	A	R	Á	T							
2.						P	Ř	E	D	M	Ě	T						
3.	Z	A	T	M	Ě	N	Í											
4.						Š	K	O	D	A								
5.					R	O	Z	P	T	Y	L	K	A					
6.									M	Ě	S	Í	C					
7.	R	O	V	N	O	D	E	N	N	O	S	T						
8.					S	L	U	N	C	E								
9.							Z	R	C	A	D	L	O					
10.						R	A	D	I	O	A	K	T	I	V	I	T	A
11.	K	R	Á	T	K	O	Z	R	A	K	O	S	T					
12.					Z	V	Ě	R	O	K	R	U	H					
13.							V	E	N	U	Š	E						
14.							P	L	A	N	E	T	A					
15.	R	Y	C	H	L	O	S	T	S	V	Ě	T	L	A				
16.									Ú	P	L	N	Ě	K				
17.	A	S	T	R	O	N	O	M	I	E								
18.										B	O	L	I	D				
19.										A	F	É	L	I	U	M		
20.	S	O	U	H	V	Ě	Z	D	Í									
21.							S	V	Ě	T	E	L	N	Ý	R	O	K	

- Fotografický aparát
- Skutečný vnímatelný bod v optice
- Jev, při kterém je nebeské těleso (Slunce, Měsíc) zakryto jiným či jeho stínem
- Automobilka v Mladé Boleslavi
- Čočka, která mění rovnoběžný svazek paprsků na rozbíhavý
- Těleso obíhající kolem planet, je to také časová jednotka
- Okamžik, kdy den trvá stejně dlouho jako noc
- Nejbližší hvězda
- Deska odrážející světelné paprsky, které vytváří obraz předmětu
- Vlastnost atomových jader samovolně se přeměňovat či rozpadat a vysílat záření
- Vada oka - obrazy vzdálených předmětů se zobrazují před sítnicí
- Pás oblohy rozdělený na 12 dílů pojmenovaných podle zvířat
- Kamenná planeta naší sluneční soustavy, druhá v pořadí
- Velké těleso obíhající kolem Slunce
- 300 000 m/s
- Jedna z fází Měsíce, kdy se Měsíc jeví se jako plný kruh
- Věda o vesmíru, jeho vývoji a jeho fyzikálních vlastnostech
- Velmi jasný meteor, jehož přelet bývá provázen hromovým rachotem
- Bod na dráze planety nejvíce vzdálený od Slunce (také odsluní)
- Množina hvězd na noční obloze jevící se jako výrazná skupina
- Vzdálenost, kterou světlo ve vakuu urazí za 365 dní

Obrázek 6.27: Ukázka vygenerované vylustěné křížovky na téma Optika a Astronomie [autor]

Každá vygenerovaná křížovka má přiřazen jedinečný identifikátor, který se nalézá v záhlaví listu s křížovkou a zároveň identifikátor spolu s tajenkou, obory fyziky a datem i časem vytvoření je vložen do listu Řešení. Pro lepší přehlednost při hledání je každý řádek zobrazen jinou barvou.

Vygenerované vyřešené i prázdné křížovky je možné vytisknout – při luštění křížovek bude nejpoužívanější papírová podoba, ale je možné vpisovat písmena i přímo v Excelu.

Aplikaci *Fyzikální křížovky* lze při výuce uplatnit:

- při opakování na konci tématického celku
- při odpočinkových hodinách (na konci školního roku, ...)
- jako zábavná forma domácích úkolů
- při suplování
- při zjišťování znalostí, zkoušení
- při onemocnění žáka

6.4.3 Fyzikální osmisměrky

Osmisměrky spolu s křížovkami patří mezi zábavné formy zábavy u dětí i dospělých. V případě zvolení této formy didaktické hry pro žáky druhého stupně základní školy, lze zábavnou formu realizovat určité fáze učení (motivační a fixační). Pro výuky fyziky je zapotřebí volit taková slova, která žáci znají, souvisí s vlastním tématem (fyzikou nebo technikou). Osmisměrku není problém vymyslet, avšak mnohem větším úskalím pro vyučujícího je zjistit, zda-li je osmisměrka jednoznačně vyluštitelná a tudíž má jednoznačné řešení. Z důvodu ulehčení kontrolní fáze byla vytvořena nejen osmisměrka pro žáky vyšších ročníků, ale hlavně pro učitele softwarový nástroj, který umožní kontrolu jednoznačnosti a správnosti libovolné osmisměrky.

FYZIKÁLNÍ OSMISMĚRKA

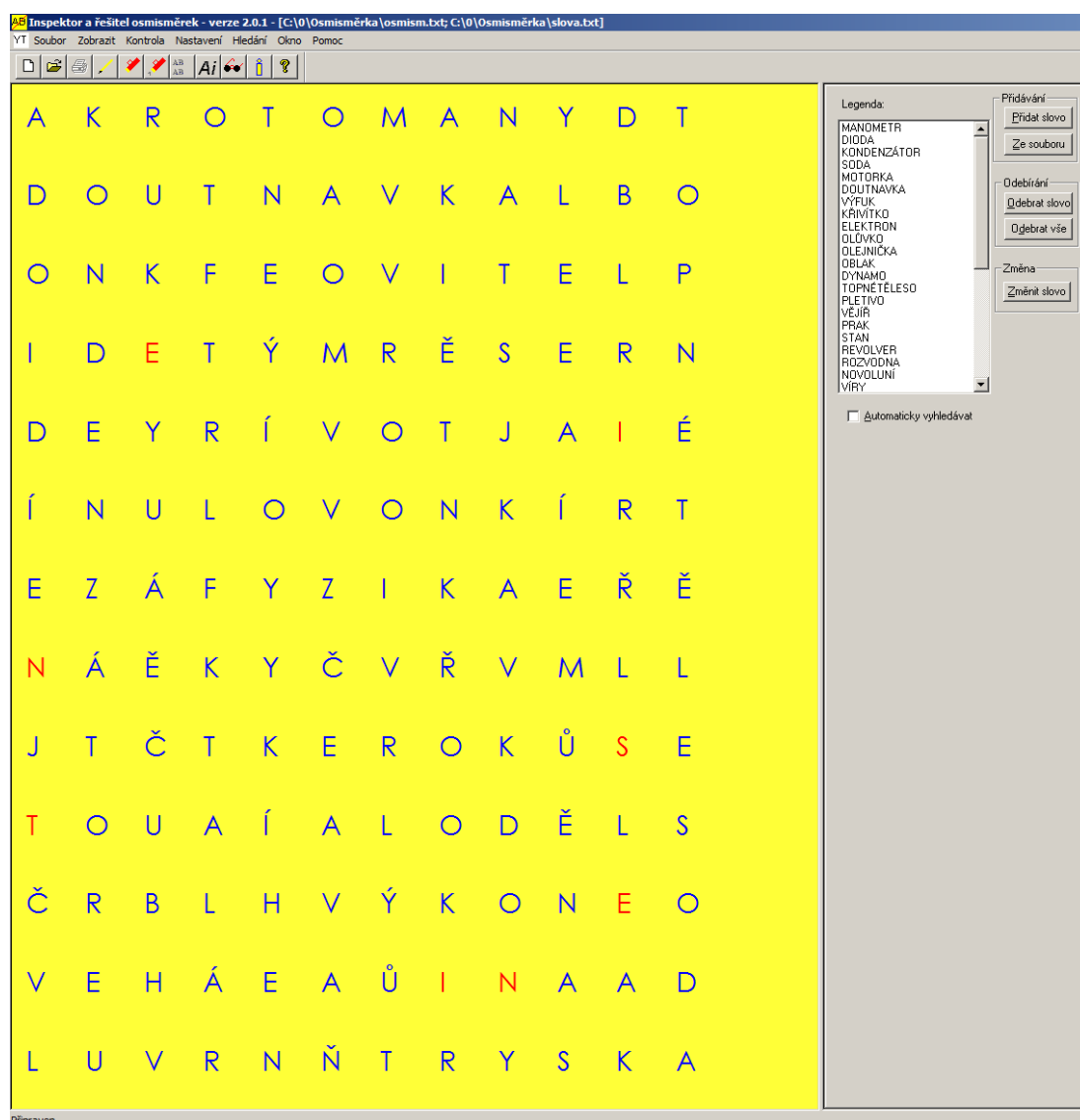


Obrázek 6.28: Fyzikální osmisměrka [autor]

Aplikace *Inspektor a řešitel osmisměrek* umožňuje:

- naimportovat/vyexportovat zadání osmisměrky z textových souborů, do schránky i do vlastního formátu OSM
- vyhledat libovolné slovo v osmisměrce, přidávat slova, odebírat slova či importovat z externích souborů (například z hotového slovníku aplikace *Fyzikální křížovky*, která byla popsána v kapitole 6.4.2)
- najít řešení osmisměrky a zobrazit ji pomocí volitelných fontů a barev
- zkontrolovat jednoznačnost všech slov
- najít slova, která nemají vliv na řešení osmisměrky
- zjistit „kvalitu“ osmisměrky

Aplikace je schopna postihnout všechna pravidla (mimo použitých slov) směrnic pro tvorbu vícesměrek [88].

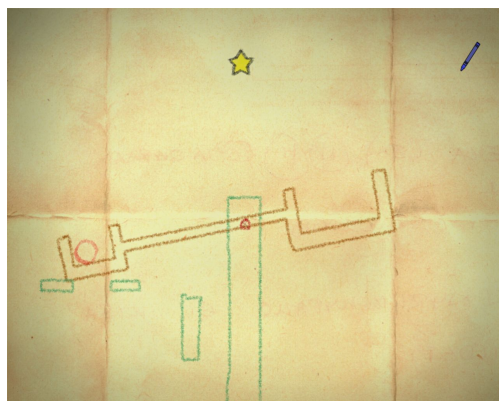


Obrázek 6.29: Inspektor a řešitel osmisměrek [autor]

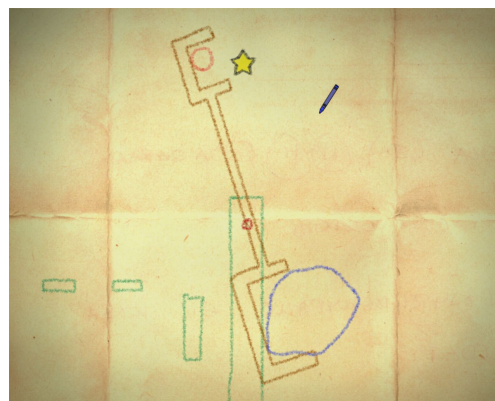
6.4.4 Crayon Physics Deluxe/Numptyphysics

Didaktickou hru *Crayon Physics Deluxe* od společnosti KlooniGames lze kategorizovat jako didaktickou fyzikální hru využitelnou spíše v nižších třídách druhého stupně základní školy, neboť jejím primárním cílem je intuitivní ověření fyzikálních zákonitostí. „Žáci nezískávají v průběhu života poznatky jen od učitelů, rodičů či učebnic, ale hlavně tím, že od narození pozorují své okolí, manipulují v něm s věcmi, předvídají, co se bude dít, a okolí jim určitým způsobem odpovídá“ [51, s. 47]. Úkolem hry je dostat těleso zobrazené červeným kolečkem z počáteční pozice do pozice cílové znázorněné symbolem žluté hvězdy. Nejprve lze pomocí tažení myši kreslit čáry či vytvářet hmotná tělesa a poté tažením myši je možné červenému kolečku udělit pohybovou energii. Celá tato soustava včetně

uživatelé nakreslených objektů se chová v souladu s fyzikálními zákony. Jedna z mnoha úrovní hry je ve dvou fázích zachycena na obrázku 6.30.



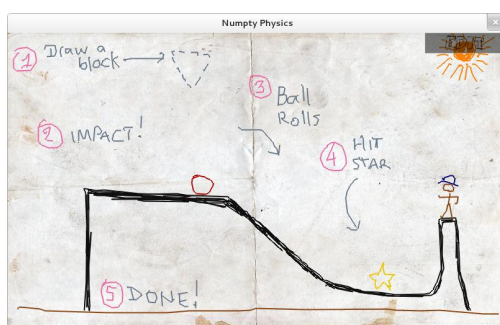
(a) fáze hry na samém počátku



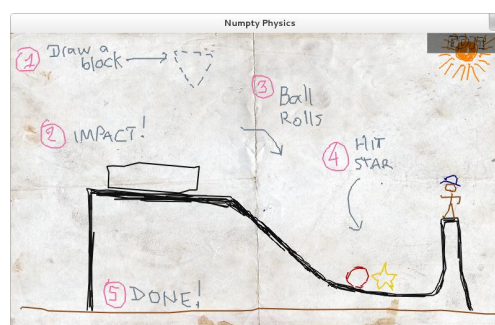
(b) fáze hry těsně před úspěšným dokončením

Obrázek 6.30: Jedna z mnoha úrovní hry *Crayon Physics Deluxe*

Hra je rozdělena do 70 úrovní s vzestupnou obtížností a rovněž obsahuje uživatelský editor úrovní a v online režimu nabízí stahování již hotových úrovní a umožňuje i soutěže. Vzhledem ke skutečnosti, že se ovládá pouze myší, je tato hra ideálním adeptem pro použití na dotykových zařízeních, interaktivních tabulích a hra je navíc dostupná zdarma i pro mobilní platformy *Android* a *iOS*. Jednodušší a příbuznou volně dostupnou alternativou pro linuxovou platformu je aplikace *Numptyphysics*, která je zachycena na obrázku 6.31.



(a) fáze hry na samém počátku



(b) fáze hry těsně před úspěšným dokončením

Obrázek 6.31: Hra *Numptyphysics*

6.4.5 Physikus

Fyzikální interaktivní adventura *Physikus* původně vytvořená německou společností BrainGame Publishing GmbH byla počestěná (prostřednictvím dabingu a překladu naprosté většiny textů) firmou Media Trade a neobsahuje pouze

vlastní „čistě“ fyzikální didaktickou hru, ale i interaktivní encyklopedii řady fyzikálních oborů. Nyní je k dispozici její druhé vydání s podnázvem *Návrat* a hlavně díky tomu, že hra se ovládá pouze pomocí myši, existuje i verze pro mobilní platformy postavené na systému *iOS*, avšak pouze v německé jazykové mutaci.

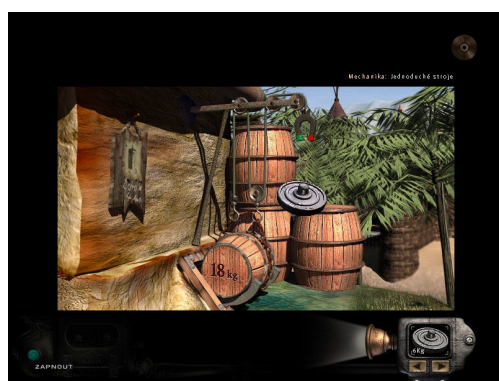
Příběh hry je zasazen do doby, kdy se díky zásahu meteoritu přestala planeta otáčet kolem své osy – všichni vědci však odešli a osud planety je samozřejmě na bedrech hráče, který musí splnit velkou řadu různých úkolů z nejrůznějších fyzikálních oborů, aby planetu opět roztočil. Úkol je to nelehký, avšak díky ponechanému notebooku s dostupnou encyklopedií, který profesor v pracovně zapomněl – viz obrázek 6.32, činí úkoly sice snazšími, avšak řešení musí vymyslet každý hráč sám . . . , viz obrázek 6.33.



(a) do oboru elektřiny



(b) do oboru mechaniky

Obrázek 6.32: Náhledy do encyklopedie hry *Physicus*, zdroj [89]

(a) praktická aplikace z mechaniky



(b) praktická aplikace z elektřiny

Obrázek 6.33: Náhledy do úkolů hry *Physicus*, zdroj [89]

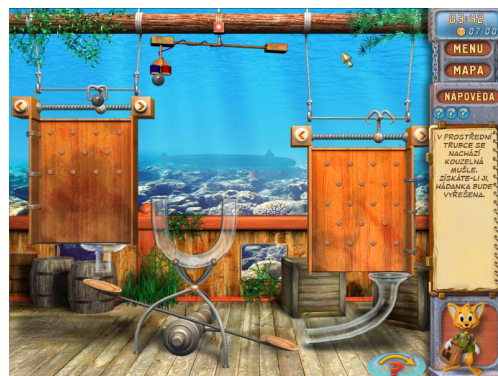
6.4.6 Liška Ryška: Záhada bermudského trojúhelníku

Česká hra *Liška Ryška: Záhada bermudského trojúhelníku* se odehrává na dně oceánu a Liška Ryška nedobrovolně pomáhá k přežití mimozemšťanům hledáním perly, sama to však nezvládne a tak hráč jí bude muset pomáhat. Primárním cílem

je hledání předmětů dle slovního popisu, avšak marginální část hry se odehrává formou fyzikálních a technických úloh mezi přechody na jiné, potopené lodě.



(a) fáze hry na samém počátku



(b) fáze hry před úspěšným dokončením

Obrázek 6.34: Jeden z fyzikálních úkolů hry *Liška Ryška: Záhada bermudského trojúhelníku*

6.5 Zdroje informací, encyklopedické produkty, úlohy

Produkt	Mech.	Term.	Opt.	El.	Magn.	Akust.	Ast./Jad.	Cena	Vydavatel
<i>Fyzika Didakta 1, 2</i>	•	•	•	•	•	–	–	699,- Kč	SILCOM Multimedia
<i>Fyzika multimediální výukový program</i>	•	•	•	•	•	–	•	nelze zakoupit	ZEBRA systems
<i>Fyzika zajímavě</i>									
– mechanika	•	–	–	–	–	–	–	1 690,- Kč	Pachner
– kapaliny a plyny	○	–	–	–	–	–	–	1 690,- Kč	Pachner
– termika	–	•	–	–	–	–	–	1 690,- Kč	Pachner
– optika	–	–	•	○	–	–	•/○	1 690,- Kč	Pachner
– elektřina 1	–	–	–	•	•	–	–	1 690,- Kč	Pachner
– elektřina 2 a akustika	–	–	–	•	•	•	–	1 790,- Kč	Pachner
– atomistika a astronomie	–	–	–	–	–	–	•/•	1 770,- Kč	Pachner
<i>Technika zajímavě</i>	•	•	–	–	○	–	–/–	1 690,- Kč	Pachner
<i>Jak se věci pohybují</i>	•	–	–	–	–	–	•/–	1 990,- Kč	BSP Multimedia
<i>Jak věci fungují 1, 2</i>	•	•	•	•	•	○	○/•	nelze	LANGMaster
<i>Jak věci pracují 1, 2, 3</i>	•	•	•	•	•	•	•/•	1 990,- Kč	BSP Multimedia
<i>Měření fyzikálních veličin</i>	•	•	–	–	–	–	–/–	950,- Kč	Prometheus
<i>Světlo a zvuk</i>	–	–	•	○	○	•	–/–	zdarma	Akademie věd
Software s interaktivními prvky:									
<i>Newton 2, 3</i>	•	–	–	–	–	–	–	799,- Kč	Terasoft
<i>Edison 4, 5</i>	–	–	–	•	○	–	–	1 890,- Kč	Terasoft
<i>Celá animovaná fyzika</i>	•	•	•	•	•	•	•/•	79,- Kč	POPRON

Tabulka 6.5: Tabulka software se zdroji fyzikálních informací [autor]

Tabulka 6.5 ukazuje použití nejznámějších produktů pro výuku fyziky na základních, event. i středních školách včetně oborů fyziky, ve kterém jej lze při výuce použít. Dále existuje celá řada materiálů na síti internet. Na obrázku je znázorněn příklad poměrně sofistikovaného webu *Wolfram Alpha* na: <http://www.wolframalpha.com/>, kde se můžeme zeptat pomocí několika anglických slov na matematické i fyzikální otázky²⁹. Je k dispozici i aplikace pro mobilní zařízení (*Android*, *iPhone*, ...).

The screenshot shows the Wolfram Alpha interface. At the top, the search bar contains 'density of aurum'. Below the search bar, a message states: 'Assuming "aurum" is a chemical element | Use as a class of materials instead'. The main result section shows 'Input interpretation: gold density' and 'Result: 19.3 g/cm³ (grams per cubic centimeter)'. It also provides 'Unit conversions: 19 300 kg/m³ (kilograms per cubic meter), 19 300 g/L (grams per liter), 0.697 lb/in³ (pounds per cubic inch)'. Finally, it lists 'Comparisons as mass density: ≈ (0.1 ≈ 1/8) × solar core density (≈ 150 000 kg/m³), ≈ 0.86 × iridium density (22 560 kg/m³), ≈ 1.7 × lead density (≈ 11 g/cm³)'. The bottom of the page indicates 'Computed by Wolfram Mathematica' and provides links for 'Sources' and 'Download page'.

Obrázek 6.35: Portál Wolfram Alpha, výřez okna, zdroj [90]

6.6 Demonstrace jevů, pokusů a zapojení počítače pro měření

Demonstraci fyzikálních jevů a pokusů jsme se věnovali v předchozích kapitolách, nicméně tuto oblast výuky lze na základních školách rozšířit o další dimenzi v podobě sady čidel, sond, převodníků a softwarových produktů umožňujících měření fyzikálních veličin, jejich zpracování, vyhodnocování a vizualizaci původního fyzikálního jevu i výsledků z naměřených či spočtených hodnot. Pro výuku přírodovědných oborů na vyšších stupních škol lze vytvářet matematické modely a simulace, studovat chování fyzikálních soustav změnou jejich parametrů či vytvářet komplexní výukové materiály, ... Výhodou řešení PASCO, Vernier, Coach a LabJackTM je komplexnost všech výše uvedených aktivit do jednoho systému, a to včetně návodů. Dalším rozšíření možností některých systémů

²⁹Podobnou funkcionalitu sice nabízí řada internetových vyhledávačů, avšak popsání řešení je mnohem univerzálnější, a to včetně vykreslování grafů, počítání matematických řad, apod.

je možnost propojení díky bezdrátové komunikaci přes Bluetooth pro dvě nejrozšířenější mobilní platformy, a to *Android* a *iPad*, jak je znázorněno na obrázku 5.3 a podporu interaktivních tabulí.

Pro výuku základní školy postačuje základní sada čidel umožňující měření běžných fyzikálních veličin – polohy, rychlosti, teploty, akustického i barometrického tlaku, intenzity světla, magnetického pole, elektrického napětí a proudu, event. ionizačního záření β , komplexní přehled je uveden v literatuře [91, 92, 93].

V této oblasti představuje výpočetní technika s vhodným softwarovým vybavením (*Excel*, *MATLAB*[®], ...) další možnosti uplatnění – ulehčení výpočtů, analýzy, zpracování a vizualizaci změřených dat, nicméně na základní škole to není častý případ použití.

6.7 Diagnostika fyzikálních znalostí a dovedností žáků

Následující nezanedbatelnou oblastí využití digitálních technologií při výuce je testování fyzikálních znalostí a dovedností žáků. U řady programů dochází k průniku možností s autorskými systémy, kterým bude věnována další kapitola.

Stěžejní negativní vlastností počítačového testování fyzikálních znalostí, zvláště pak u mladších žáků, může být nepochopení práce s testovacím prostředím, což může ovlivnit validitu diagnostiky znalostí a dovedností a důležitým předpokladem je nutnost testování v počítačové učebně.

Podrobněji se této problematice věnuje následující kapitoly *Autorské systémy* a *Prezentace*.

Název produktu	Vlastnosti
<i>EduBase</i> , <i>DoTest</i> (<i>DOSLI</i>)	Univerzální programy pro tvorbu digitálních obsahů, interaktivních úloh, testování s podporou interaktivní tabule [94]
<i>Adobe Captivate</i>	Pokročilé možnosti testování, vytváření interaktivních digitálních obsahů
<i>Moodle</i>	Jeho primárním smyslem je publikování elektronického obsahu včetně řady dalších možností, podporuje nástroje pro pokročilou tvorbu testů
<i>Jameleon</i>	Univerzální testovací rozhraní dostupné zdarma
<i>Hot Potatoes</i> TM	Základní možnosti, freeware
<i>Quandary</i>	Nástroj pouze pro testování, větvení

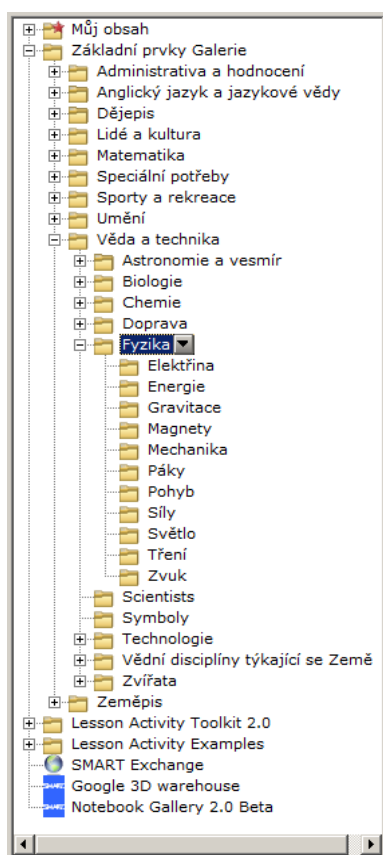
Tabulka 6.6: Stručné informace o dalších speciálních produktech [autor]

Produkty uvedené v tabulce 6.6 se řadí mezi mnohem komplexnější a univerzální autorizační nástroje, avšak mají společnou vlastnost – umožňují testování přes webový prohlížeč a produkty z horní poloviny tabulky nabízejí podporu univerzálních (dotykových) mobilních zařízení či ad hoc systémů.

6.8 Autorské systémy

Přesné vymezení nástrojů patřících do oblasti testovacích a autorských systémů není možné, neboť se jejich vlastnosti prolínají a ve skutečnosti jsou použitelné mnohem univerzálněji. Produkty popsané v kapitole 6.7, resp. tabulce 6.6 pomineme a pozornost zaměříme na produkty pro tvorbu digitálního interaktivního obsahu nabízející podporu pro přírodovědné obory.

6.8.1 SmartNotebook



Obrázek 6.36: Přehled galerie pro fyziku, výřez okna aplikace SmartNotebook

předměty pro základní školy. Nejen, že vydává učebnice pro oba stupně základní školy jak v papírové, tak i elektronické podobě, ale nabízí nástroj pro tvorbu interaktivních učebnic a to zcela zdarma, přičemž je zapotřebí pouze registrace a

Produkt *SmartNotebook* jsme představili v kapitole 4.1.1 – jedná se o produkt, který je automaticky dodáván s interaktivními tabulemi společnosti SmartTech³⁰. Velkou pozornost si zaslouží komponenta *Lesson Activity Toolkit*, která obsahuje jednak sadu předprogramovaných akcí kupříkladu přiřazování správných obrázků k slovním položkám, kvízy, křížovky. Vytvořené aplikace jsou však použitelné v podobě, který jim programátoři vštěpili a učitel si aplikaci nemůže jakkoliv upravit či rozšířit a jsou velmi uniformní.

Další zajímavým rysem aplikace je galerie, pro fyziku jsou jednotlivá témata na obrázku 6.36. Každé z témat obsahuje jednak obrázkové soubory k danému tématu, dále interaktivní cvičení a soubory aplikace SmartNotebook k danému tématu. Jejich použití do našeho dokumentu se provede pomocí přetažení myši.

6.8.2 FlexiAutor

Plzeňské nakladatelství Fraus je na českých školách průkopníkem interaktivních učebnic a svým širokým záběrem pokrývá všechny povinné

³⁰Přesněji řečeno položka software tvoří samostatnou položku, avšak tabuli bez software nelze zakoupit.

aktivace aplikace. Aplikaci dle licenčních podmínek nelze používat ke komerčním účelům.

6.8.3 EduRibbon

Systém *EduRibbon.cz* je sice poměrně nové, ale ucelené řešení, které vyvinula firma Dosli, která má s tvorbou pedagogických materiálů, hlavně testů, více než dvacetileté zkušenosti. Hlavní rysy portálu dle [95]:

- cloudový portál nabízí on-line použití zdarma
- funguje na interaktivní tabuli libovolné značky
- materiály lze prohlížet i editovat na libovolném zařízení připojeném na internet (počítač, „chytrý“ dotykový telefon, notebook, tablet, ...), výhodou ve škole je interaktivní tabule
- sdílení materiálů mezi učiteli, žáky, rodiči a propojení s fenoménem dnešního internetu – sociálních sítí
- jednoduchost a přitažlivost systému pro žáky

6.9 Prezentace

Prezentace můžeme chápat jako speciální podmnožinu autorských systémů. Tvorbu prezentací lze rozdělit z hlediska způsobu vytváření na dva základní druhy:

- a.) prezentace generované na lokálním zařízení
- b.) prezentace generované přes webový prohlížeč

6.9.1 Prezentace generované na lokálním zařízení

Tvorba prezentací se dnes řadí mezi základní uživatelské dovednosti a popisu této problematiky se věnuje řada literatury, a to včetně přidání interaktivní či multimediální funkcionality, která je pro žáky základní školy velmi žádoucí. V dalším výkladu nebudeme proto popisovat jednotlivé produkty, ale uvedeme v tabulce 6.7 ty nejdůležitější.

Název produktu	Popis
<i>Microsoft Powerpoint</i> [®]	Nejčastěji používaný univerzální program na vytváření prezentací
<i>LibreOffice / OpenOffice Impress</i>	Je zdarma, používá otevřené formáty
<i>Corel Presentations</i> TM	Součástí balíku <i>Corel WordPerfect Office</i>

Tabulka 6.7: Produkty umožňující vytváření prezentací na lokálním zařízení [autor]

6.9.2 Prezentace generované přes webový prohlížeč

Hlavním kladem webových prezentací je možnost vytváření aktivních obsahů z libovolného zařízení bez nutnosti vlastnit program pro tvorbu prezentace, což je velmi atraktivní pro uživatele, kteří často cestují nebo mají větší počet zařízení (mobil, tablet, notebook, stolní počítač, ...). Do budoucna lze předpokládat častější využití prezentací určené pro mobilní zařízení či přímé vytváření prezentací v mobilních zařízeních (dnes *Microsoft PowerPoint Web App*, *Google Presentation* (součástí *Google Docs*), *Empressr*, *SlideRocket*, ...).

Z tvorby výukových materiálů pro fyziku je zatím největším negativem absence pokročilejších funkcí v prezentaci.

Shrnutí

Na jedné straně jsme svědky masivního rozšiřování moderních technologií napříč všemi sférami lidského bytí, na straně druhé vyvstávají problémy, jak integrovat masivně se vyvíjející technická zařízení do běžné výuky na základních školách v souladu s nejnovějšími vědeckými poznatky v oblasti pedagogiky a psychologie. Domníváme se, že je více než reálným předpokladem, že budoucnost nejen v základním školství v krátkodobém horizontu bude patřit m-learningu, což je forma výuky za pomoci přenosných zařízení. V tomto ohledu se na trhu nachází velké množství produktů, avšak v oblasti softwarové podpory výuky prakticky neexistuje komplexní řešení, jak tohoto ohromného potenciálu využít. Budoucnost vidím v technologiích, které spojí světy „velkých“ počítačů s těmi mobilními (například HTML5, ...). Bohužel tyto softwarové mosty přes různé technologie jsou ještě v raném stadiu svého vývinu.

7 Pedagogická sonda

Před realizací výzkumné sondy jsme si kladli praktické otázky, které z navržených metod počítačové podporované výuky fyziky do sondy zařadit a jakým způsobem změřit efektivitu.

Hlavní výzkumná otázka se týkala problému, zda vybrané metody počítačově podporované výuky fyziky jsou schopny reálně podpořit a zlepšit efektivitu učení žáka.

7.1 Použité metody

Při praktickém ověřování výuky byly použity tyto metody:

- počet četností – četnost, relativní četnost
- bodové ohodnocení – metoda identifikace nejčastějších chyb před a po aplikaci software
- Wilcoxonův test

7.2 PeXeSo

Při měření efektivity jsme se rozhodli pro opakované měření na stejných žácích a to na aktuální část fyziky *Elektrina a magnetismus* – schématické značky. Pro účel testování *PeXeSo* bylo vytvořeno 20 schématických značek z elektřiny a magnetismu umožňující sestavit pexeso o rozměrech až 40 políček, což může být obrazec například o 5 řádcích a 8 sloupcích. Nejdříve bylo na několika žácích experimentálně ověřeno, že odkrytí velkého počtu políček je dosti obtížné a velkou roli zde hraje krátkodobá, resp. obrazová paměť. Z toho důvodu byl rozměr pexesa stanoven na 20 políček – konkrétně obrazec o 4 řádcích a 5 sloupcích, kde větší roli hraje asociace obrázku s danou schématickou značkou.

Měření proběhlo anonymně, nejdříve bez didaktické hry *PeXeSo* (pretest), pak s časovým odstupem proběhla hodina ve které žáci po dvojicích soutěžili u interaktivní tabule a posléze opět s časovým odstupem po její aplikaci (post-test). Všechny vyplněné i opravené pracovní listy jsou na obsaženy příloženém CD.

7.2.1 Popis výzkumného vzorku

Testování opakovaně proběhlo při hodinách fyziky v první polovině roku 2013 na základní škole L. Kuby 48 v Českých Budějovicích ve třídě 9.B a ze všech přítomných 13 žáků byla 100 % návratnost.

7.2.2 Průběh měření

Pro účel změření efektivity byly programově vygenerovány pracovní listy s použitými symboly z elektřiny a magnetismu z aplikace *PeXeSo*, tedy reálně

s těmi, se kterými se žáci setkali. Z důvodu menší časové náročnosti na vyplnění pracovního listu i zamezení zkreslení výsledků díky opisování bylo náhodně vybráno 7 schématických značek v libovolném pořadí, tzn. žádní dva žáci neměli shodnou podobu pracovního listu. Kvůli zamezení možnosti záměny i jednoznačné pozdější identifikaci byl každý pracovní list opatřen unikátním identifikátorem, který je obsažen v příslušném QR kódu, který se nachází v pravém dolním rohu každého listu. Jeden z testů se nachází na obrázku 7.2.

Před vlastním testováním, a to jak u pretestu i posttestu byly papírové listy fyzicky předány vyučujícímu a posléze vyplněné zase zpět.

Pretest

Žáci vyplňovali papírové listy v papírové podobě a na vlastní vyplnění pretestu měli dopředu stanovenou maximální dobu 5 minut, kterou menší část žáků nevyčerpala a odevzdala list dříve.

Vlastní aplikace

Aplikace sice výsledné skóre počítala, avšak zapisovala je do zvláštního listu a ukládala je do databáze na serveru, proto byla mírně poupravena tak, aby výsledné skóre při ukončení hry jasně zobrazila, aby soutěž měla vítěze a žáci byli motivováni. Nejlepší dvojice byla odměněna malou jedničkou. Při práci s aplikací byl autor fyzicky při výuce přítomen. Ještě před vlastní aplikací *PeXeSa* se ukázalo, že časový limit 3 s je pro žáky, kteří měli při otočení kartiček ještě vyslovit příslušný slovní pojem, je nedostačující, a tak byl časový limit zvýšen na 5 s (vše v menu Nastavení).

Posttest

Měření probíhalo za zcela stejných podmínek jako pretest – žáci vyplňovali papírové listy v papírové podobě a na vlastní vyplnění posttestu měli dopředu stanovenou maximální dobu 5 minut, kterou asi polovina žáků opět nevyčerpala a odevzdala list dříve.

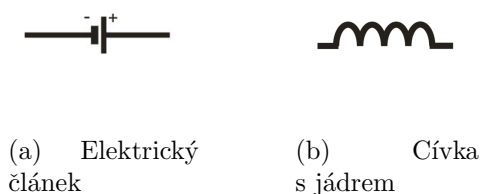
7.2.3 Hodnocení

Opravení obou druhů pracovních listů proběhlo pomocí bodového ohodnocení, přičemž autor nekladl důraz na exaktní pojmy, ale bral v úvahu skutečnost, zda-li žák ví o co se jedná.

Příklad č. 1: Elektrický článek z obrázku 7.1(a) byl považován za správnou odpověď v případě, že žák odpověděl: zdroj, baterie 1,5 V, baterka, baterie s jedním článkem, ...

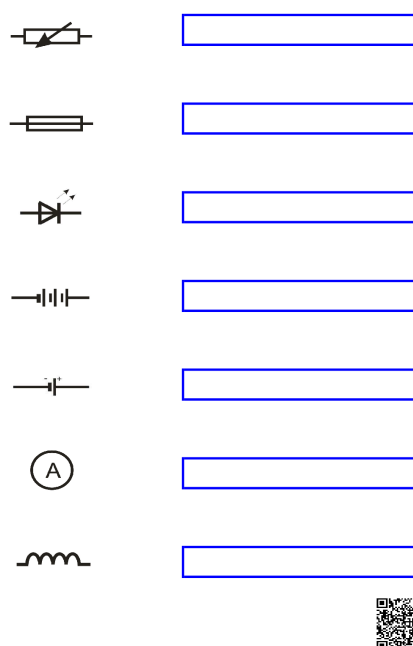
Na druhé straně byly žákům počítány i částečně správné odpovědi.

Příklad č. 2: Cívka s jádrem z obrázku 7.1(b) byla považována za částečně správnou odpověď v případě, že žák odpověděl jen cívka, ...



Obrázek 7.1: Příklady schématických značek [autor]

Ke schématickým značkám doplňte jejich slovní významy



Obrázek 7.2: Zmenšenina pracovního listu jedné varianty pretestu zaměřeného na schématické značky

7.2.4 Výsledky měření – pretest

Výsledky ze všech měření z pretestu jsou souhrnně uvedeny v tabulce 7.1. Význam jednotlivých sloupců je následující (zleva po sloupcích):

- *ID* – identifikátor testu získaný z unikátního QR kódu
- *schématická značka číslo – body* – v následujících 7 sloupcích jsou uvedeny body z jednotlivých slovních významů pro jednotlivé symboly
- *celkem* – součet předchozích 7 sloupců
- *schématická značka – slovní popis* – udává zkrácený správný slovní popis pro pozdější vyhodnocení, viz dále

ID	Sch. značka číslo – body								Schématická značka – slovní popis						
	1	2	3	4	5	6	7	celkem	1	2	3	4	5	6	7
JyF9	1	1	1	0,5	1	1	0,5	6	repro	el. čl.	dioda	pr. rez.	poj.	LED-D	a-metr
w0NV	0	0	0,5	0	0	0	0	0,5	el. čl.	cívka	a-metr	cívka s j.	poj.	pr. rez.	repro
nXcC	0	1	1	1	0	1	0	4	bat el. čl.	LED-D	a-metr	el. čl.	cívka s j.	repro	cívka
Rdpt	0	1	1	1	0	0	1	4	cívka	repro	dioda	bat el. čl.	a-metr	pr. rez.	LED-D
Uxol	0	0	1	0	1	0	1	3	pr. rez.	cívka	dioda	poj.	bat el. čl.	cívka s j.	a-metr
UDdU	0	0	0	1	1	0,5	1	3,5	cívka	repro	pr. rez.	a-metr	dioda	LED-D	bat el. čl.
9yQz	1	0	1	1	0	1	1	5	a-metr	cívka	repro	el. čl.	cívka s j.	bat el. čl.	dioda
Urym	0	1	0	1	1	0	1	4	cívka s j.	LED-D	bat el. čl.	repro	a-metr	pr. rez.	dioda
Q3pZ	0	1	1	0,5	0	0,5	1	4	pr. rez.	a-metr	el. čl.	bat el. čl.	cívka	LED-D	repro
yQ8E	0	1	0	0	0	0	0	1	cívka	dioda	LED-D	pr. rez.	poj.	repro	bat el. čl.
Puza	1	0	0	0	0	1	0	2	dioda	pr. rez.	LED-D	bat el. čl.	cívka s j.	a-metr	repro
ZNSI	1	1	0	1	0	0	0	3	bat el. čl.	dioda	LED-D	repro	poj.	cívka s j.	cívka
bXd9	1	1	1	1	1	1	1	7	el. čl.	LED-D	poj.	repro	bat el. čl.	a-metr	dioda

Tabulka 7.1: Tabulka výsledků měření *PeXeSa* (pretest) [autor]

7.2.5 Výsledky měření – posttest

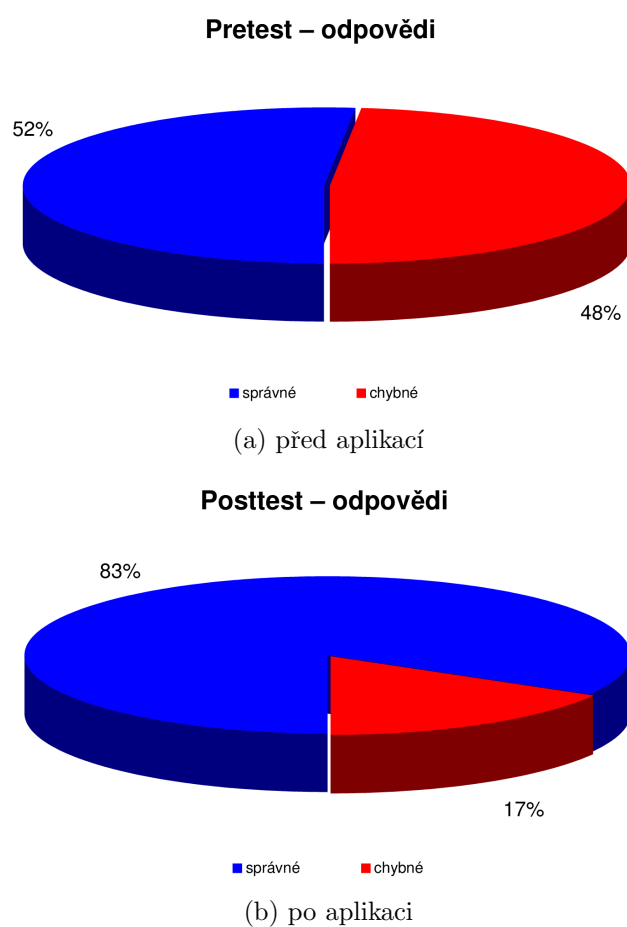
Výsledky ze všech měření z posttestu jsou souhrnně uvedeny v tabulce 7.2. Význam jednotlivých sloupců je shodný jako v kapitole 7.2.4.

ID	Sch. značka číslo – body								Schématická značka – slovní popis						
	1	2	3	4	5	6	7	celkem	1	2	3	4	5	6	7
v1bw	1	0	1	0	1	1	1	5	cívka s j.	pr. rez.	el. čl.	poj.	a-metr	repro	cívka
xAy2	1	0,5	1	1	1	1	0	5,5	bat el. čl.	cívka s j.	el. čl.	a-metr	poj.	LED-D	pr. rez.
3aWC	1	1	1	1	0	0	1	5	el. čl.	repro	dioda	LED-D	bat el. čl.	cívka s j.	cívka
JHbR	1	1	1	1	1	1	1	7	repro	a-metr	cívka	dioda	bat el. čl.	LED-D	el. čl.
Waug	1	1	1	0,5	1	1	1	6,5	bat el. čl.	cívka	dioda	cívka s j.	poj.	repro	a-metr
1at7	1	1	1	1	1	1	1	7	LED-D	cívka	poj.	el. čl.	repro	bat el. čl.	cívka s j.
x38C	1	0,75	1	1	1	1	0,5	6,25	dioda	bat el. čl.	poj.	cívka	cívka s j.	el. čl.	LED-D
3J4i	1	0	1	1	0	1	1	5	el. čl.	pr. rez.	cívka s j.	a-metr	poj.	LED-D	cívka
rS1N	0	1	1	1	0	1	0	4	pr. rez.	LED-D	a-metr	repro	bat el. čl.	el. čl.	poj.
pjx5	1	1	0	1	1	1	1	6	cívka	repro	pr. rez.	el. čl.	cívka s j.	LED-D	a-metr
r3LD	1	1	1	1	1	0	1	6	LED-D	cívka s j.	bat el. čl.	repro	a-metr	pr. rez.	poj.
vWKA	1	1	1	1	1	1	1	7	dioda	pr. rez.	a-metr	repro	poj.	cívka s j.	LED-D
gS4G	1	1	1	0	1	1	0,5	5,5	repro	LED-D	cívka	pr. rez.	el. čl.	cívka s j.	a-metr

Tabulka 7.2: Tabulka výsledků měření *PeXeSa* (posttest) [autor]

Nyní máme v tabulce 7.1 souhrnné údaje z testování před využitím aplikace *PeXeSo* a v tabulce 7.2 údaje z testování po jejím využití. Nyní prostým součtem celkových bodů můžeme porovnat správné či chybné výsledky před a po použití *PeXeSa*.

7.2.6 Grafy



Obrázek 7.3: Graf úspěšnosti odpovědí na schématické značky, data z tabulek 7.1 a 7.2 [autor]

7.2.7 Metoda identifikace nejčastějších chyb před a po aplikaci *PeXeSa*

Pro zpětnou vazbu by bylo přínosné analyzovat schématické symboly, ve kterých žáci nejvíce chybovali během jednotlivých variant testů. Pro vlastní vyhodnocení byla použita metoda porovnání relativní četnosti správných výsledků, respektive chyb. Absolutní četnost nebyla zvolena, protože symboly byly vybírány zcela náhodně dle generátoru pseudonáhodných čísel a tato metoda by mohla udávat zkreslené výsledky.

Schématická značka	Správné odp. [%]	Chybné odp. [%]
Dioda	100	0
Elektrický článek	83,3	16,7
Ampérmetr	81,8	18,2
Reproduktor	66,7	33,3
LED dioda	60	40
Baterie elektrických článků	59,1	40,90
Pojistka	33,3	66,7
Proměnný rezistor	5,6	94,4
Cívka	0	100
Cívka s jádrem	0	100

Tabulka 7.3: Relativní četnosti úspěšnosti/neúspěšnosti v **pretestu** seřazené sestupně podle úspěšnosti [autor]

Schématická značka	Správné odp. [%]	Chybné odp. [%]
Dioda	100	0
Elektrický článek	93,8	6,2
Ampérmetr	88,1	11,9
Reproduktor	81,8	18,2
LED dioda	78,6	21,4
Baterie elektrických článků	64,5	35,5
Pojistka	53,3	46,7
Cívka	50	50
Cívka s jádrem	50	50
Proměnný rezistor	8,8	91,2

Tabulka 7.4: Relativní četnosti úspěšnosti/neúspěšnosti v **posttestu** seřazené sestupně podle úspěšnosti [autor]

Pohledem do tabulek 7.3 a 7.4 zjistíme, že úspěšnost ze zlepšila u všech schématických značek, a to nejvíce u cívky bez jádra a s jádrem. Poměrně špatný výsledek u proměnného rezistoru by mohl být impulsem pro vyučujícího.

7.3 Simulace automobilu

Pro další měření efektivity jsme se rozhodli použít simulaci jízdy automobilu, o které na jedné straně předpokládáme, že žáky, převážně chlapce, dovede nadchnout a zaujmout, na straně druhé čtení z pohybových grafů i pohybové úlohy bývají pro žáky základních škol poměrně obtížné. Proto jsme určili za cílovou skupinu žáky stejného věku na nižším stupni osmiletého gymnázia.

Měření proběhlo anonymně v rámci výuky ICT uskutečněné v počítačové učebně, nejdříve bez použití simulátoru (pretest), ve zbytku hodiny si každý žák mohl pracovat min. 20 minut s vlastní simulací a posléze se uskutečnilo další měření (posttest). Všechny vyplněné i opravené pracovní listy jsou na obsaženy příloženém CD-ROM.

7.3.1 Popis výzkumného vzorku

Testování proběhlo v první polovině roku 2013 v hodinách fyziky na Gymnáziu J. V. Jirsíka (GJVJ), Fráni Šrámka 23 v Českých Budějovicích v tercii, kde jsou děti ve stejném věku jako v 8. třídě základní školy. Žáků bylo přítomno 28 a všichni se měření účastnili, byla tedy 100 % návratnost.

7.3.2 Průběh měření

Pro účel změření efektivity byly programově vygenerovány pracovní listy s vygenerovanými grafy. Z důvodu zamezení zkreslení výsledků opisováním byly grafy náhodně vygenerovány tak, aby hodnoty byly z grafu snadno odečitatelné a ležely na hlavních nebo pomocných čarách na obou osách. Žádní dva žáci neměli shodnou podobu pracovního listu. Kvůli zamezení možnosti záměny i jednoznačné pozdější identifikaci byl opět každý pracovní list opatřen unikátním identifikátorem, který je obsažen v příslušném QR kódu, který se nachází v pravém horním rohu každého listu. Ukázka jednoho pracovního listu je na obrázku číslo 7.4.

Před vlastním testováním, a to jak u pretestu i posttestu byly papírové listy fyzicky předány vyučujícímu a posléze vyplněné zase zpět.

Pretest

Žáci vyplňovali papírové listy v papírové podobě a na vlastní vyplnění pretestu měli dopředu stanovenou maximální dobu 15 minut, kterou část žáků nevyužila a odevzdala list dříve.

Vlastní aplikace

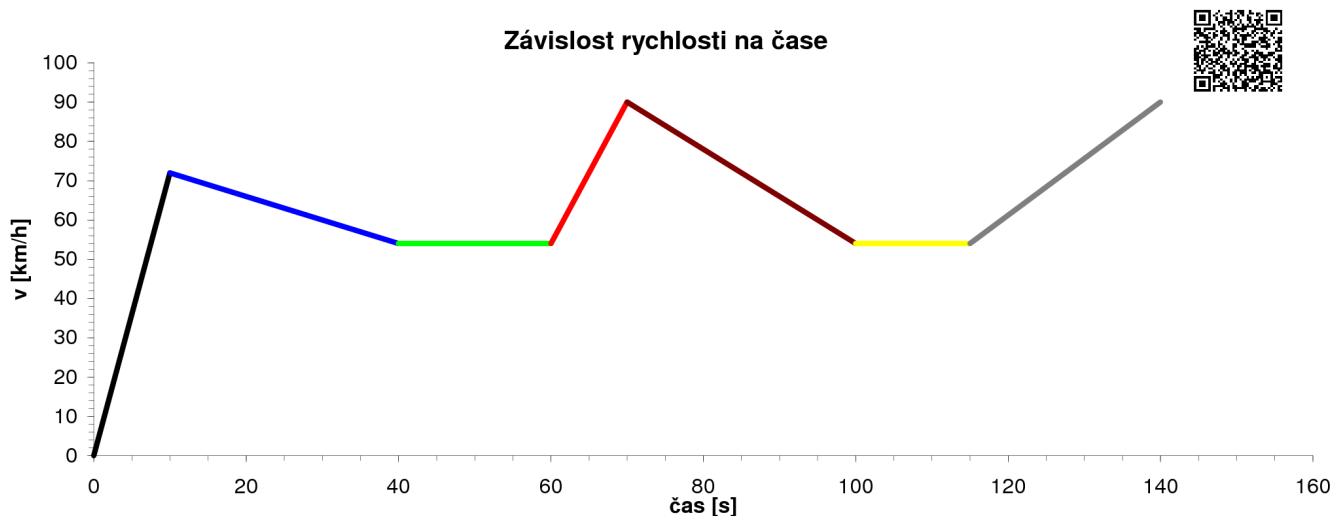
Před vlastním testováním se autor domluvil s vyučujícím na podobě testů a při práci s aplikací nebyl fyzicky přítomen.

Posttest

Měření probíhalo za zcela stejných podmínek jako pretest – žáci vyplňovali papírové listy v papírové podobě a na vlastní vyplnění posttestu měli dopředu stanovenou maximální dobu 15 minut, kterou větší polovina žáků nevyužila a odevzdala list dříve.

7.3.3 Hodnocení

Oba druhy pracovních listů byly opraveny pomocí bodového ohodnocení, přičemž byly poměrnou částí byly ohodnoceny i částečně správné odpovědi, podobně jako u aplikace *PeXeSo*.



V grafu je zobrazena závislost rychlosti na čase osobního automobilu. Jednotlivé úseky jízdy jsou pro přehlednost znázorněny odlišnými barvami. Pořadí barev: černá, modrá, zelená, červená, hnědá, žlutá, šedá



Odpovězte na následující otázky (vše lze nalézt na výše uvedeném grafu):

Napište barvy úseku/ů grafu, kde automobil zrychluje:
Napište barvy úseku/ů grafu, kde automobil zpomaluje (brzdí):
Napište barvy úseku/ů grafu, kde automobil jede rovnoměrným pohybem:
Napište barvu/y úseku/ů grafu, kde automobil dosáhl největšího zrychlení: _____ a největšího zpomalení: _____
V jakém čase/ech osobní automobil dosáhl rychlosti 25 m/s?
Jakou maximální rychlostí se automobil pohyboval?
Mohl by řidič automobilu být pokutován za překročení maximální povolené rychlosti mimo obec?
• pokud ano, napište barvu/y úseku/ů, ve kterém/ých došlo k překročení maximální povolené rychlosti mimo obec:
Pokuste se z grafu odhadnout průměrnou rychlost automobilu v jednotkách km/h:
Určete dráhu, kterou automobil urazil v čase od 40 s do 60 s:

Obrázek 7.4: Jedna z podob pracovního listu pro žáky nižšího stupně víceletého gymnázia [autor]

7.3.4 Výsledky měření – pretest

ID	Otázka												Odhad	Skut. hodnota
	a>0	a<0	a=0	a _{max}	a _{min}	t _v	v _{max}	pokuta	pok. – barvy	v _p – body	s	celkem		
W1xc	1	1	1	1	1	0,8	1	1	1	0,596	1	10,396	40	28,5
3PZ5	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,713	0	9,713	71,3	100
J4da	1	1	1	0	1	0	1	1	0,5	0,901	1	8,401	85	77,33
Lw7A	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,537	1	9,537	90	61,5
v9ps	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0,000	1	7,000	0	30,66
Rpu7	1	1	1	1	1	1	1	1	0,666	0,882	0	9,548	75	85
7lxU	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,997	0	9,997	100	99,72
27Zr	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0,873	1	10,373	55	63
6UJf	1	0,5	1	0,5	1	0,5	1	1	1	0,805	1	9,305	90	111,8
vhil	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,841	1	9,841	100	118,92
RyXC	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,889	1	9,889	40	36
rtcz	1	1	1	0,333	1	1	1	0	0	0,933	1	8,266	80	75
qgVg	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,964	1	9,964	70	72,64
2peO	1	1	1	0,5	0,5	0,5	1	1	1	0,861	0	8,361	53,57	62,25
JyIJ	1	1	1	0	1	0	0	1	0,857	0,963	0	6,820	50	51,92
9M8U	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,951	1	9,951	85	81
ZUEN	1	1	1	0,5	1	0	1	1	1	0,792	0	8,292	60	49,66
13mp	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,748	0	8,748	120	95,88
DL2F	1	1	1	1	0	0	1	1	1	0,857	0	7,857	72	63
hXjv	1	1	1	1	1	0	0	1	1	0,779	0	7,779	120	98,25
Zted	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,932	1	10,932	100	93,66
ysiB	1	1	1	0,5	1	0,333	1	1	1	0,655	0	8,488	60	91,6
tHOH	1	1	1	1	1	1	1	0	0	0,745	0	7,745	80	63,75
s7N8	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0,920	1	9,920	100	92,62
vYn3	1	1	1	0	0	0,333	1	1	1	0,661	0	6,994	50	37,33
XWEk	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,889	0	8,889	60	54
kgRc	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,986	0	8,986	80	78,92
RKcP	1	1	1	0	1	0	1	1	1	0,858	1	8,858	150	131,4

Tabulka 7.5: Tabulka výsledků měření simulace automobilu (pretest) [autor]

7.3.5 Výsledky měření – posttest

ID	Otázka												Odhad	Skut. hodnota
	a>0	a<0	a=0	a _{max}	a _{min}	t _v	v _{max}	pokuta	pok. – barvy	v _p – body	s	celkem		
m8MO	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,879	1	10,879	100	113,78
yYef	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0,853	1	10,353	160	139,5
ec8e	1	1	1	1	1	0,5	1	1	0,5	0,890	1	9,890	65	73
r4Xe	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,939	1	10,939	35	37,28
LKuX	1	1	1	1	0	1	1	1	0,857	0,919	0	8,776	90	97,92
UL5C	1	1	1	1	1	0,5	1	1	1	0,370	0	8,870	55	33,75
iYXQ	1	1	1	1	1	0,333	1	1	1	0,900	0	9,233	90	100
IdJe	1	1	1	1	0	0,333	1	1	1	0,241	1	8,574	70	39,8
W3Dt	1	1	1	0	0	1	1	1	0,8	0,720	1	8,520	35	48,6
aiEI	1	1	1	1	1	0	1	1	1	0,840	0	8,840	80	95,25
SDSF	1	1	1	1	1	1	1	1	0,75	0,750	0	9,500	35	28
ksB8	0,666	1	1	1	1	0,666	1	1	1	0,000	1	9,333	0	98
KtGc	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0,485	1	7,485	50	33
JZkv	1	1	1	1	0	1	1	1	1	0,684	1	9,684	65	95
Uc6s	1	0,750	1	1	0	0	1	1	0,500	0,885	1	8,135	100	113
x0B7	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,873	0	9,873	100	88,7
EsMp	1	1	1	1	1	0,5	1	1	0,6	0,828	1	9,928	120	145
zyAy	1	1	1	1	1	0,333	1	1	1	0,986	1	10,320	60	59,2
CqQt	1	1	1	1	1	1	0	1	1	0,851	0	8,851	30	35,25
9T0H	1	1	1	1	1	1	1	1	1	0,472	0	9,472	110	72
ULuv	1	1	1	1	1	0,333	1	1	1	0,818	1	10,152	60	50,78
4uVR	1	1	1	1	1	0	1	1	0,4	0,968	1	9,368	130	126
MQIw	1	1	1	0	0	0	1	1	1	0,943	0	6,943	70	66,24
44y8	1	0,666	1	1	1	0	1	1	1	0,792	1	9,459	120	99,33
Cwvc	1	1	1	1	0,5	0,5	1	1	1	0,875	1	9,875	60	53,31
TiBZ	1	1	1	1	1	0,333	1	1	1	0,760	0	9,093	60	48,375
Ed8F	1	1	1	1	1	0,5	1	0	0	0,928	1	8,428	40	37,33
OnfW	1	1	1	0,5	1	1	1	1	1	0,661	0	9,161	75	56

Tabulka 7.6: Tabulka výsledků měření simulace automobilu (posttest) [autor]

Pro testování významnosti rozdílu mezi opakovanými měřeními bylo použito Wilcoxonova testu, který se používá v případě opakovaných měření týchž objektů. Díky jeho poměrně vysoké účinnosti lze odhalit rozdíly mezi oběma měřeními [96]. Pomocí statistického software Statistica 10 byla vypočítána signifikance p , kterou uvádí tabulka 7.7 jako p -hodn. Pro vlastní testování byla zvolena hladina významnosti p se rovná 0,05. Na základě vypočítané hodnoty signifikance ($p = 0,158$) lze konstatovat, že na hladině významnosti p se rovná 0,05 došlo ve znalostech a dovednostech u žáků, měřených před a po použití simulace, k pozitivnímu posunu a zlepšení, ale tento rozdíl není statisticky příliš významný.

Vysvětlení tohoto výsledku lze oprávněně hledat ve faktu, že testování probíhalo na výběrovém gymnáziu, navíc s tradičně kvalitní výukou předmětu *Fyzika* a ex post bylo náhodně zjištěno, že podobný typ úlohy žáci nedávno řešili při soutěži. Lze důvodně předpokládat, že výsledky by se při realizaci výzkumu na vzorku běžné školní populace mohly i výrazně lišit. Pro případné další pokračování výzkumu přijímáme ovšem opatření, že tuto úlohu bude třeba pro žáky gymnázií upravit do náročnější verze či úlohu použít na běžné základní škole.

		Wilcoxonův párový test (Tabulka1)			
		Označené testy jsou významné na hladině $p <,05000$			
Dvojice proměnných		Počet platných	T	Z	p-hodn.
Prom1	& Prom2	28	141,0000	1,411828	0,158002

Tabulka 7.7: Tabulka s výsledky Wilcoxonova testu vygenerovaná z dat z tabulek 7.5 a 7.6 v programu Statistica 10

Shrnutí

Všechna výše popsaná měření včetně vlastního běhu aplikací proběhla bez problémů, pouze u *Simulace jízdy automobilu* na dvou počítačích nebylo možné aplikaci z nejasných příčin spustit, přičemž na ostatních stanicích se žádný problém nevyskytl. Žáci obou školských zařízení netradiční hodiny přijali s nadšením a i navzdory tomu, že jeden z testů se odehrával během pátečního odpoledne (12:40 – 13:30), byla jejich kázeň bezproblémová. Kmenoví učitelé obou škol neobvyklou hodinu přivítali a mým požadavkům na testování vyšli maximálně vstříc.

8 Závěr

Přístupy, strategie a pojetí výuky se na českých školách mění, postupně dochází k přechodu od transmisivního ke konstruktivistickému pojetí, ale jedná se o proces složitý a dlouhodobý. Dále se v současné době i uvnitř nepedagogické veřejnosti začíná řešit problém malého zájmu žáků o přírodovědné a technické obory, tedy i o předmět *Fyzika*. Hledají se cesty, jak obsah předmětů z této skupiny žákům efektivně přiblížit, zlepšit dosud dosahované učební výsledky a podnítit zájem většího počtu žáků o další studium v uvedených oblastech. Dílčím příspěvkem k řešení výše uvedených problémů se snaží být i zde prezentovaná diplomová práce. Hlavní cíl diplomové práce byl splněn rozpracováním teoretické základny a začleněním empiricky získaných dat do návrhu konkrétních metod a úloh počítačem podporované výuky předmětu *Fyzika na ZŠ*, které zefektivní její průběh i výsledky, přičemž budou respektovat výzkumně zjištěný výsledek ověřování efektivity vybraných úloh a budou podporovat samostatnost v myšlení a aktivitu učícího se jedince a předcházet vytváření bariér v žákově učení a poznání. Hlavní cíl práce byl dosahován postupně, plněním etapových cílů, majících vztah k teoretické i praktické části práce.

8.1 Plnění cílů teoretické části práce

Na základě analýzy odborných zdrojů v kapitole 2 s názvem *Geneze a evoluce výuky fyziky* jsou, v souladu se zněním teoretických cílů, systematizovány charakteristiky historických, současných a ve vizi i budoucích pojetí výuky fyziky s primárním důrazem na didaktickou stránku, především v oblasti používaných cílů, prostředků, metod, organizačních forem a didaktických zásad. Zpracování této části sloužilo i jako výchozí teoretická základna pro úvahy o obsahu a formě navrhovaných metod a úloh počítačem podporované výuky fyziky. Základní přínos zpracování této kapitoly lze spatřovat především ve zcela odlišném úhlu pohledu na historii výuky fyziky. Podobnou didakticky zaměřenou studii se autorovi práce v česky psané odborné literatuře nepodařilo najít a v jejím vyhotovení lze spatřovat i jisté dílčí obohacení pro předmětovou didaktiku fyziky.

V další etapě plnění teoretických cílů byla průřezově analyzována aktuálně ve školství používaná didaktická technika. Její stručná charakteristika i analýza výhod a nevýhod jejího zařazení do výukového procesu fyziky významnou měrou posloužila i při plnění praktických cílů práce, především v procesu výběru a selekce vhodných úloh pro počítačem podporovanou výuku fyziky.

Rozhraní mezi teoretickou a praktickou částí tvoří analýza, systematizace a komparace již existujícího software využitelného k výuce předmětu *Fyzika* s konkrétními příklady použití. Kategorizace dle účelu použití ve výuce se zvláště u některého víceúčelového software, jehož možnosti jdou napříč portfoliem kategorií nebo jejichž hranice jsou neostře, se ukázala jako částečně problematická, nicméně autor nenašel jiný, vhodnější, systém členění software. Při analýze software pro výuku fyziky se autor snažil vyhýbat detailním popisům jednotlivých partií programu – například menu či nastavení a spíše preferovat obecnější a důležitější rysy programu s důrazem na didaktický aspekt.

8.2 Plnění cílů praktické části práce

Jedním ze základních pilířů praktické části práce bylo nalezení vhodných úloh pro výuku fyziky zábavnou a nenásilnou formou, které vzbudí zájem žáků o učivo předmětu *Fyzika*. Při výběru úloh byla kladena relevance na abstrahování od těch úloh, které již jsou běžně k dispozici nebo těch, jejichž možnosti jsou (velmi) omezené a tak brání ve využití ohromného pedagogického potenciálu didaktických her. Výběr úloh byl koncipován tak, aby nejen maximalizoval výběr právě těch úloh, které částečně zaplní „mezery“ v oblasti moderních výukových metod ve fyzice, ale byl i v souladu s konstruktivisticky orientovanou výukou a moderními pedagogickými trendy.

Dalším, rovněž významným cílem, byla programová realizace vybraných úloh. Při psaní programu byla maximalizována snaha o používání standardních programových konstrukcí a srozumitelnost zdrojového kódu, aby aplikace byly rozšiřitelné a modifikovatelné i pro další použití v praxi. V místech, kde složitost kódu překračovala určitou úroveň, byl kód podrobně okomentován.

Z hlediska uživatelské podpory byl k aplikacím vytvořen obrázkový návod, který názorně a detailně popisuje jednotlivé možnosti vytvořených aplikací.

8.3 Přínos řešení problematiky pro rozvoj předmětové didaktiky a praxi

Hlavním přínosem práce pro pedagogickou praxi spatřujeme ve zvýšení zájmu žáků o fyziku, potažmo práce má ambice se podílet na dílčím řešení současné neutěšené situace malého zájmu o přírodovědné i technické obory, nicméně tuto skutečnost bychom mohli ověřit až po uplynutí mnoha let, byť pouze částečně, neboť zde vstupuje celá řada dalších faktorů.

Dílčím přínosem je analýza vývoje didaktiky fyziky nižšího školství na území dnešní České republiky, Moravy a Slezska.

8.4 Ověření měřícího nástroje

Zvolené měřící nástroje se pro naši pedagogickou sondu ukázaly jako vhodné, nicméně při hodnocení testů *Simulace jízdy automobilu* jsme byli schopni identifikovat problém žáků s odčítáním hodnot v pohybových grafech a částečně i převodem jednotek, jejichž podporu simulace neobsahovala. Tato informace může být poměrně cenná pro kmenového vyučujícího, který může zmíněný problém poměrně lehce zkorigovat.

8.5 Doporučení pro další výzkum a pokračování práce

Vzhledem ke skutečnosti, že autor během doby psaní této práce musel informace o jednotlivých softwarových produktech aktualizovat i doplňovat, lze snadno v krátkodobém i střednědobém časovém horizontu navázat na tuto práci a koncipovat ji například jako knihovnu fyzikálních her pro jednotlivé obory fyziky, což by bylo velmi přínosné pro učitele fyziky, kteří se didaktickým hrám ve fyzice vyhýbají z důvodu časové i obsahové náročnosti přípravy.

Domníváme se, že v oblasti analýzy software je potencionální cestou učinit výzkum mezi učiteli fyziky a subjektivní názory na možnosti jednotlivých programů přizpůsobit tomuto výzkumu.

Z výzkumného hlediska by bylo jistě zajímavé nasadit didaktické hry na větším vzorku žáků a použít sofistikovanějších statistických metod, například posuzovacích škál a jejich vyhodnocení.

Z dlouhodobějšího časového horizontu by práce musela doznat rozsáhlejších koncepčních změn, neboť situace na poli informačních technologií se mění velmi dynamicky a domníváme se, že největším impulsem pro rozvoj **efektivního** m-learningu (v mobilních telefonech, tabletech) v předmětu *Fyzika* bude spojení světů „velkých“ počítačů s těmi mobilními díky technologiím, které v současné době jsou v určitém stadiu svého vývinu (HTML5, ...), nicméně nyní nelze odhadnout jejich rychlost rozšíření či vznik jiných, obdobných technologií.

Literatura

- [1] Slovníček.cz *Česko-Řecký slovník* [online]. [cit. 2013-04-19].
Dostupné z: <http://www.slovnicek.cz/cesko-recky-slovník>
- [2] CIPRO, Miroslav. *Průvodce dějinami výchovy*. Praha: Panorama, 1984.
- [3] KRAUS, Ivo. *Dějiny evropských objevů a vynálezů: od Homéra k Einsteinovi*. Praha: Academia, 2001. ISBN 80-200-0905-1.
- [4] KRAUS, Ivo. *Fyzika od Thaléta k Newtonovi: kapitoly z dějin fyziky*. Praha: Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1540-2.
- [5] Dějiny počítačů. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2012-08-15].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/D%C4%9Bjiny_po%C4%8D%C3%ADta%C4%8D%C5%AF
- [6] Historie počítačů II - železní hrdinové doby. BOČEK, Jan. *ExtraHardware.cz* [online]. 2008 [cit. 2012-08-16].
Dostupné z: <http://extrahardware.cnews.cz/historie-pocitacu-ii-zelezni-hrdinove-doby>
- [7] KOLMAN, Arnošt. *Dějiny matematiky ve starověku*. Praha: Academia, 1968.
- [8] Antické vzdělávání. MAJZNER, Dorry. *Portál Antika* [online]. 2011 [cit. 2012-08-19].
Dostupné z: <http://spqr.cz/content/anticke-vzdelavani>
- [9] ŠTVERÁK, Vladimír. *Dějiny pedagogiky I.*. Praha: SPN, 1982.
- [10] CHLUP Otokar, Josef KUBÁLEK a Jan UHER. *Pedagogická encyklopedie*, I. díl. Praha: Novina, 1938.
- [11] KRAUS, Ivo. *Fyzika v kulturních dějinách Evropy: starověk a středověk*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2006. ISBN 80-01-03472-0.
- [12] ŠPELDA, Daniel. *Astronomie v antice*. Ostrava: Montanex, 2006. Konflikty a ideály. ISBN 80-722-5210-0.
- [13] Úspěchy antické technologie (1): mechanika. HOUSER, Pavel. *ScienceWorld* [online]. 2005 [cit. 2012-08-21].
Dostupné z: <http://scienceworld.cz/fyzika/uspechy-anticke-technologie-1-mechanika-1944>
- [14] Antický Řím: Pozdní císařství – Dominát. *Portál Dějepis.com* [online]. 2005 [cit. 2012-08-21].
Dostupné z: <http://www.dejepis.com/index.php?page=000&kap=005&pod=5>

- [15] University of Constantinople. In: *Wikipedia: the free encyclopedia* [online]. San Francisco (CA): Wikimedia Foundation, 2001 [cit. 21. 8. 2012].
Dostupné z: http://en.wikipedia.org/wiki/University_of_Constantinople
- [16] [HEJČL, Jan]. *Bible česká: Díl prvý: Knihy Starého zákona*, 1930, s. 15.
- [17] MALÍŠEK, Vladimír. *Co víte o dějinách fyziky*. Praha: Horizont, 1986.
- [18] SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika: vyučovací proces, učivo a jeho výběr, metody, organizační formy vyučování. 2., rozš. a aktualiz. vyd.* Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1821-7.
- [19] ŠTVERÁK, Vladimír. *Stručné dějiny pedagogiky*. Praha: SPN, 1983.
- [20] Mikuláš Kusánský. In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 15.6.2012 [cit. 2012-08-26].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=Mikul%C3%A1%C5%A1_Kus%C3%A1nsk%C3%BD&oldid=8663134
- [21] KRAUS, Ivo. *Fyzika v kulturních dějinách Evropy: od Leonarda ke Goethovi*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2007. ISBN 978-80-01-03716-4.
- [22] TOMÁŠ, Martin. *Elektrické pole v látkovém prostředí ve středoškolské fyzice a v základním vysokoškolském kurzu*. Plzeň, 2011.
Dostupné z: http://portal.zcu.cz/wps/PA_StagPortletsJSR168/KvalifPraceDownloadServlet?typ=1&adipidno=49202
Disertační práce (Ph.D.). ZÁPADOČESKÁ UNIVERZITA V PLZNI. Vedoucí práce Václav Havel.
- [23] Kolektiv autorů. *Slovník spisovného jazyka českého I. A-M*. Praha: Nakladatelství Československé akademie věd, 1960.
- [24] KRAUS, Ivo. *Dějiny technických věd a vynálezů v českých zemích*. Praha: Academia, 2004. ISBN 80-200-1196-X.
- [25] KRAUS, Ivo. *Fyzika v kulturních dějinách Evropy: století elektřiny*. Praha: Nakladatelství ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04546-6.
- [26] Tereziánská reforma v českém školství. MORKES, František. *Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. 18.10.2006 [cit. 2012-08-29].
Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/827/terezianska-reforma-v-ceskem-skolstvi.html/>
- [27] Přírodopyt ve škole. KONÍŘOVÁ, Marta. *Masarykova univerzita: Filozofická fakulta* [online]. 25.4.2010 [cit. 2012-09-05].
Dostupné z: <http://www.phil.muni.cz/~konirova/>
- [28] SMETANA, Josef František. *Sjlozpyt čili fysika*. Praha: W kommissj u Kronbergra I Řiwnáče, 1842.

- [29] KÁDNER, Otakar. *Vývoj a dnešní soustava školství*. Praha: Středočeská knihtiskárna v Praze, 1929.
- [30] VALIŠOVÁ, Alena a Hana KASÍKOVÁ. *Pedagogika pro učitele*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1734-0.
- [31] Historie Jednoty českých matematiků a fyziků. *Jednota českých matematiků a fyziků* [online]. [cit. 2012-09-15].
Dostupné z: <http://www.jcmf.cz/?q=cz/node/4>
- [32] CHLUP Otokar, Josef KUBÁLEK a Jan UHER. *Pedagogická encyklopedie*, II. díl. Praha: Novina, 1939.
- [33] CHLUP Otokar, Josef KUBÁLEK a Jan UHER. *Pedagogická encyklopedie*, III. díl. Praha: Novina, 1940.
- [34] SMETANA, Josef František. *Počátkové silozpytu čili fyziky*. Praha: J. G. Calve, 1852.
- [35] Přírodopyt – seznamte se s fyzikochemií. KONÍŘOVÁ, Marta. *ePAPER Deník* [online]. 7.10.2011 [cit. 2012-08-21].
Dostupné z: http://epaper.denik.cz/eweb/media/vlp/2011/10/07/pdf/07_10_2011_VM_T_PRE_12_90aa58e027.pdf
- [36] KOLISKO, Hugo Theodor. *Malý přírodopyt*. Nové Město nad Metují: Bohdana Böhma, 1896.
- [37] PANÝREK, Duchoslav. *Panýrkův přírodopyt pro měšťanské školy chlapecké i dívčí*. Praha: Česká grafická unie, 1924.
- [38] BENÍŠEK, Eduard. *Přírodopyt pro měšťanské školy: Díl I., pro první třídu měšťanských škol chlapeckých i dívčích*. Olomouc: R. Promberger, 1928.
- [39] SMÉKAL, Edmund a František ÚLEHLA. *Pracovní přírodopyt*. Brno: Vydavatelský odbor Ústředního spolku Jednot učitelů, 1930.
- [40] Pascal (programovací jazyk). In: *Wikipedie: otevřená encyklopedie* [online]. [cit. 2012-10-02].
Dostupné z: http://cs.wikipedia.org/wiki/Pascal_%28programovac%C3%AD_jazyk%29
- [41] *Zpráva o vývoji českého školství od listopadu 1989* [online]. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy [cit. 2012-09-24].
Dostupné z: http://www.msmt.cz/uploads/VKav_200/zprava2009/zprava_vyvoj_skolstvi.doc
- [42] VOLF Ivo. Úkoly didaktiky fyziky v České republice na začátku 21. století. In: *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 2* [online]. [cit. 2012-09-26].
Dostupné z: <http://www.kof.zcu.cz/ak/trendy/2/sbornik/volf/srni.doc>

- [43] KRAUS, Ivo. *Fyzika v kulturních dějinách Evropy: atomový věk..* Praha: Nakladatelství ČVUT, 2010. ISBN 978-80-01-04546-6.
- [44] *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání* [online]. Výzkumný ústav pedagogický [cit. 2012-10-06].
Dostupné z: http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV_2007-07.pdf
- [45] SVOBODA, Emanuel a Růžena KOLÁŘOVÁ. *Didaktika fyziky základní a střední školy: vybrané kapitoly.* Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-246-1181-3.
- [46] KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. *Školní didaktika.* Vyd. 1. Praha: Portál, 2002, 447 s. ISBN 80-7178-253-X.
- [47] MAŇÁK, Josef a Vlastimil ŠVEC. *Výukové metody.* Brno: Paido, 2003, 219 s. ISBN 80-731-5039-5.
- [48] Jaké metody a organizační formy používají učitelé v současné době na našich školách? TIKALSKÁ, Soňa. *Metodický portál inspirace a zkušenosti učitelů* [online]. 2.9.2008 [cit. 2012-10-14].
Dostupné z: <http://clanky.rvp.cz/clanek/s/Z/2588/JAKE-METODY-A-ORGANIZACNI-FORMY-POUZIVAJI-UCITELE-V-SOUCASNE-DOBE-NA-NASICH-SKOLACH.html/>
- [49] ZORMANOVÁ, Lucie. *Výukové metody v pedagogice: tradiční a inovativní metody, transmisivní a konstruktivistické pojetí výuky, klasifikace výukových metod.* Praha: Grada, 2012. ISBN 978-802-4741-000.
- [50] HÖFER, Gerhard, Zdeněk PŮLPÁN a Emanuel SVOBODA. *Výuka fyziky v širších souvislostech - názory žáků: výzkumná zpráva o výsledcích dotazníkového šetření.* Plzeň: Západočeská univerzita, 2005. ISBN 80-704-3436-8.
- [51] *Konstruktivismus a jeho aplikace v integrovaném pojetí přírodovědného vzdělávání.* 1. vyd. Editor Danuše Nezvalová. Olomouc: Univerzita Palackého v Olomouci, 2006. ISBN 80-244-1258-6.
- [52] MAŇÁK, Josef. *Nárys didaktiky.* 3. vyd. Brno: Masarykova univerzita v Brně, 2003. ISBN 80-210-3123-9.
- [53] VANĚČEK, David. *Informační a komunikační technologie ve vzdělávání.* Praha: České vysoké učení technické, 2008. ISBN 978-800-1040-874.
- [54] PETTY, Geoffrey. *Moderní vyučování.* 3. vyd. Praha: Portál, 1996. ISBN 80-717-8070-7.
- [55] STUHLÍKOVÁ, Iva. *Základy psychologie emocí.* Praha: Portál, 2002. ISBN 80-717-8553-9.

- [56] Ve škole.cz. [online]. [cit. 2013-03-03].
Dostupné z: <http://www.veskole.cz/dumy/vyhledavani/fs=|as=zakladni-skola-2-stupen|ip=28|itz=|kz=126,127|p=>
- [57] HLAVENKA, Jiří. *Výkladový slovník výpočetní techniky*, III. vydání. Praha: Computer Press, 1997. ISBN 80-7226-023-5.
- [58] StatCounter Global Stats: *Top 5 operating systems in Czech Republic from Sep 2011 to Aug 2012* [online]. [cit. 2012-09-28].
Dostupné z: <http://gs.statcounter.com/#os-CZ-monthly-201109-201208>
- [59] StatCounter Global Stats: *Top 8 mobile operating systems in Czech Republic from Sep 2011 to Aug 2012* [online]. [cit. 2012-09-28].
Dostupné z: http://gs.statcounter.com/#mobile_os-CZ-monthly-201108-201208
- [60] iOS (Apple). In: *Wikipedie: Otevřená encyklopedie* [online]. 21.9.2012 [cit. 2012-09-28].
Dostupné z: [http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=IOS_\(Apple\)&oldid=9048024](http://cs.wikipedia.org/w/index.php?title=IOS_(Apple)&oldid=9048024)
- [61] MANDÍKOVÁ, Dana a Josef TRNA. *Žákovské prekoncepce ve výuce fyziky*. Brno: Paido, 2011. ISBN 978-80-7315-226-0.
- [62] DOSTÁL, Jiří. *Počítač ve vzdělávání*. Vyd. 1. Olomouc: Votobia Olomouc, 2007, 2 sv. ISBN 978-80-7220-295-912.
- [63] ROZENBLUETH, Arturo and Norbert WIENER. *The Role of Models in Science*. Philosophy of Science, Vol. 12, No. 4, s. 316-321. [Chicago]: The University of Chicago Press, 1945 [online]. [cit. 2013-04-15].
Dostupné ze sítě JU: <http://www.jstor.org/stable/184253>
- [64] VACHEK, Jaroslav a Oldřich LEPIL. *Modelování a modely ve vyučování fyzice*. Praha: SPN, 1980.
- [65] Softwarový systém DYNAST. *České vysoké učení technické* [online]. [cit. 2013-03-08].
Dostupné z: <http://virtual.cvut.cz/dynastcz/>
- [66] Working Model 2D: 2D Dynamic Motion Simulation. *Design Simulation Technologies* [online]. [cit. 2013-03-11].
Dostupné z: <http://www.design-simulation.com/wm2d/index.php>
- [67] Modellus. *Pedro Duque Vieira* [online]. [cit. 2013-03-11].
Dostupné z: <http://www.modellus.co/index.php/about>
- [68] Wolfram Demonstrations Project: *Newton's Color Wheel* [online]. [cit. 2013-03-12].
Dostupné z: <http://demonstrations.wolfram.com/NewtonsColorWheel/>

- [69] Wolfram Demonstrations Project: *Pressure of a High-Heeled Shoe* [online]. [cit. 2013-03-14].
Dostupné z: <http://demonstrations.wolfram.com/PressureOfAHighHeeledShoe/>
- [70] Wolfram Demonstarions Project: *Electromagnetic Doorbell* [online]. [cit. 2013-03-15].
Dostupné z: <http://demonstrations.wolfram.com/ElectromagneticDoorbell/>
- [71] Humusoft®: *Ceník produktů systému MATLAB* [online]. [cit. 2013-03-23].
Dostupné z: <http://www.humusoft.cz/produkty/matlab/cenik/matlab.pdf>
- [72] *Simulations, Translated Sims*. University of Colorado. [online]. [cit. 2012-10-29].
Dostupné z: <http://phet.colorado.edu/en/simulations/translated>
- [73] WINE^{HQ}: *Wine Application Database* [online]. [cit. 2013-03-30].
Dostupné z: <http://appdb.winehq.org/>
- [74] KRÁLÍK, Jan: *zech Alphabet. The Czech Language* [online]. [cit. 2013-03-24].
Dostupné z: <http://www.czech-language.cz/alphabet/alph-prehled.html>
- [75] KALHOUS, Zdeněk a Otto OBST. *Školní didaktika*. Vyd. 2. Praha: Portál, 2009, 447 s. ISBN 978-807-3675-714.
- [76] ŠIKULOVÁ, Renata a Vlasta RYTÍŘOVÁ. *Pohádkové příběhy k zábavě i k učení*. Vyd. 1. Praha: Grada, 2006, 153 s. Výchova a vzdělávání. ISBN 80-247-1361-6.
- [77] Naše řeč. Ústav pro jazyk český: *Pexeso, rexeso a jaké další eso?* [online]. [cit. 2013-03-25].
Dostupné z: <http://nase-rec.ujc.cas.cz/archiv.php?art=7607>
- [78] VYGOTSKIJ, Lev Semjonovič. *Myšlení a řeč*. Praha: SPN, 1970.
- [79] ECKERTOVIÁ, Ludmila. *Cesty poznávání ve fyzice*. 1. vyd. Praha: Prometheus, 2004. ISBN 80-719-6293-7.
- [80] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 1 pro základní školy: Fyzikální veličiny a jejich měření*. Praha: Nakladatelství SPN, 2007. ISBN 80-7235-347-0.
- [81] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 2 pro základní školy: Síla a její účinky - pohyb těles*. Praha: Nakladatelství SPN, 2008. ISBN 978-80-7235-381-1.

- [82] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 3 pro základní školy: Mechanické vlastnosti látek, světelné jevy*. Praha: Nakladatelství SPN, 2009. ISBN 978-80-7235-414-6.
- [83] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 4 pro základní školy: Elektrické a elektromagnetické děje*. Praha: Nakladatelství SPN, 2009. ISBN 978-80-7235-441-2.
- [84] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 5 pro základní školy: Energie*. Praha: Nakladatelství SPN, 2010-2011. ISBN 978-80-7235-491-7.
- [85] TESAŘ, Jiří a František JÁCHIM. *Fyzika 6 pro základní školu: Zvukové jevy a vesmír*. Praha: Nakladatelství SPN, 2011. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [86] LEDA CZ: *Slovníky on-line* [online]. [cit. 2013-02-22].
Dostupné z (po registraci): <http://www.leda.cz/slovníky-online.php>
- [87] LEDA spol. s r.o.: *Slovník spisovné češtiny pro školu a veřejnost. Základní kniha* [počítačový program]. Verze 3.21.
- [88] NOVUM, spol. s r. o., nakladatelství a vydavatelství: *Směrnice pro tvorbu vícesměrek s komentářem* [online]. [cit. 2013-02-22].
Dostupné z: <http://www.e-rebus.cz/OSMISMERKY.htm>
- [89] ABCgames.cz. *Screenshoty ⇒ Physik: návrat* [online]. [cit. 2013-04-25].
Dostupné z: http://www.abcgames.cz/?p=screenshoty_zobraz&id=12012
- [90] Wolfram Alpha: *Density of aurum* [online]. [cit. 2013-03-03].
Dostupné z: <http://www.wolframalpha.com/input/?i=density+of+aurum>
- [91] PASCO. *Physics & engineering education*. [USA, California]: PASCO, 2011, s. 415.
- [92] Vernier: *Vybavení pro výuku přírodovědných oborů* [online]. [cit. 2013-04-05].
Dostupné z: <http://www.vernier.cz/stahnout/catalog2013>
- [93] CMA: *Hardware* [online]. [cit. 2013-04-06].
Dostupné z: <http://cma-science.nl/english/hardware/index.html>
- [94] Dosli: *Srovnání programů EduBase a DoTest* [online]. [cit. 2013-04-06].
Dostupné z: http://www.dosli.cz/srovnani_produkty.php
- [95] EduRibbon: *Co je EduRibbon* [online]. [cit. 2013-04-19].
Dostupné z: <http://www.eduribbon.cz>
- [96] CHRÁSKA, Miroslav. *Základy výzkumu v pedagogice*. 2. vyd. Olomouc: Vydavatelství Univerzity Palackého, 1998. 260 s. ISBN 80-706-7798-8.
- [97] SAK, Petr. *Člověk a vzdělání v informační společnosti: Vzdělání a život v komputerovaném světě*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-230-0.

-
- [98] DRAHOŠ, Zdeněk a Martin FIALA. *Počítač ve výuce fyziky*. Praha: Generation Europe, 2011. ISBN 978-80-904974-1-2.

Rejstřík

- ActivInspire, 37
- Algodo, 55, 73
- Android, 45
- applety, 64

- Coach, 40, 87
- Crayon Physics Deluxe, 82
- Crocodile Physics, 57, 73

- didaktická technika, 33
 - moderní, 35
- didaktické hry, 74
 - fyzikální, 74
- didaktické prostředky, 32, 34
- didaktické zásady, 32
- DUM, 36
- DYNAST, 49, 73

- Easy Java Simulations, 65
- Edison, 35
- EduRibbon, 90
- experiment, 16, 26, 27

- Famulus, 62, 73
- FlexiAutor, 89
- fyzika, 12
 - cíle výuky, 27
 - moderní, 22
 - organizační formy, 32
 - stará, 18
 - vznik, 12
 - výukové metody, 29
- fyzikální křížovky, 76
- fyzikální osmisměrky, 80

- Interactive Physics, 50, 73
- interaktivní tabule, 35
 - ActivBoard, 36
 - InterWrite, 37
 - SMART Board, 35
- iOS, 46

- konstruktivismus, 31
- Lesson Activity Toolkit, 36, 38, 89

- lučba, 20

- MATLAB®, 61
- Microsoft Excel, 69
- Microsoft Windows 8, 44
- Modellus™, 53, 73
- modelování, 47, 48

- Newton, 35
- Numptyphysics, 83

- operační systém, 42
 - pro mobilní zařízení, 45
 - pro stolní počítače, 42

- PASCO, 26, 40, 87
- pexeso, 74
- PhET™, 63
- Phun, 73
- Physikus, 83
- Physion, 64, 73
- počítač, 24, 42
- prezentace, 90
- projekční technika, 38
- přírodní filozofie, 12, 13
- přírodopyt, 20–23

- rámcový vzdělávací program, 25, 27

- simulace, 47, 48, 53
- SMART Notebook, 37
- SmartNotebook, 89
- software, 47

- Vernier, 40, 87

- Wilcoxonův test, 103
- Wolfram Mathematica, 59, 73
- Working Model 2D, 50

- Yenka, 57, 73

- škola, 17
 - měšťanská, 20, 21
 - obecná, 20
 - základní devítiletá, 24
- školní vzdělávací program, 25

Seznam obrázků

2.1	Nalezený fragment a rekonstrukce prvního analogového počítače: objevený ve vraku lodi z let 150–100 př. n. l. mezi Kythérou a Krétou [6]	14
2.2	Ukázka z učebnice [37, s. 107]	23
3.1	Hlavní prvky procesu výuky [47, s. 21]	29
3.2	Rozdělení výukových metod, upraveno [47, s. 49]	30
3.3	Didaktické prostředky, upraveno [53, s. 19]	33
5.1	Podíl desktopových operačních systémů v České republice, data získána z [58]	43
5.2	Hierarchie základních stavebních prvků počítačového systému verze Windows 7 [autor]	44
5.3	Podíl mobilních operačních systémů v České republice, data získána z [59]	45
6.1	Blokové schéma modelu a simulace	49
6.2	Model v programu <i>DYNAST</i> , zdroj: software <i>DYNAST Shell</i> , model <i>vertball.dia</i> dodaný s programem	50
6.3	Jednoduchá simulace na kinetickou energii, zdroj: software <i>Interactive Physics 2005</i> , simulace [autor]	52
6.4	Cyklista padající z výšky v druhé fázi dopadu, zdroj: software <i>Working Model 2D</i> , simulace <i>BikeRider</i> dodaná s programem	53
6.5	Simulace pohybové úlohy v okamžiku míjení (pouze výřez okna), zdroj: software <i>Modellus X 0.2 RC</i> , simulace [autor]	55
6.6	Simulace optické soustavy, zdroj: software <i>Algodoos for Education 2.0.1</i> , simulace <i>Rainbow_scene1</i> dostupná z http://www.algodoos.com/algobox/	56
6.7	První fáze dopadu terénního automobilu, zdroj: software <i>Algodoos for Education 2.0.1</i> , simulace <i>Offroad</i> dostupná z http://www.algodoos.com/algobox/	57
6.8	Simulace fyzikálních optických jevů (zákon odrazu a lomu), zdroj: software <i>Crocodile Physics 605</i> , výřez, simulace [autor]	58
6.9	Virtuální pokus elektromagnetické indukce, zdroj: <i>Yenka</i> , výřez, simulace <i>Generator Output</i>	59
6.10	Newtonovo barevné kolo při různých rychlostech otáčení [68]	60
6.11	Tlak na podložku (zem) při různých rozměrech podpatku [69]	60
6.12	Princip elektromagnetického zvonku [70]	61
6.13	Hierarchické blokové schéma nadstavby <i>MATLABu</i> pro použití ve fyzice [autor]	62
6.14	Interaktivní zobrazení tenkými čočkami, zdroj: <i>Famulus 3.5</i> , simulace <i>COCKA11.FM</i>	63
6.15	Rovnováha na páce, zdroj: <i>PhETTM</i> , simulace <i>Balancing Act 1.03</i>	64
6.16	Simulace při rozjezdu automobilu v tréninkovém režimu jízdy včetně popisu hlavních částí [autor]	70
6.17	Simulace po skončení jízdy v režimu dle zadaného grafu [autor]	71
6.18	Nastavení simulace automobilu [autor]	72

6.19	Hra <i>PeXeSo</i> v režimu hry se zaměřením na procvičování schématických značek z elektřiny a magnetismu [autor]	74
6.20	Hra <i>PeXeSo</i> po ukončení hry se zaměřením na procvičování schématických značek z elektřiny a magnetismu [autor]	75
6.21	Struktura databáze a několik záznamů z testu na základní škole [autor]	75
6.22	Nastavení hry <i>PeXeSo</i> (dostupné pouze přes heslo) [autor]	76
6.23	Nápověda k nastavení <i>PeXeSa</i> (dostupná opět pouze přes heslo) [autor]	76
6.24	Hlavní rozhraní fyzikálních křížovek včetně krátkého vysvětlení [autor]	77
6.25	Dialog pro nastavení parametrů křížovky [autor]	78
6.26	Četnosti znaků v české abecedě vzestupně seřazené, zdrojová data [74]	79
6.27	Ukázka vygenerované vylustěné křížovky na téma Optika a Astronomie [autor]	79
6.28	Fyzikální osmisměrka [autor]	81
6.29	Inspektor a řešitel osmisměrek [autor]	82
6.30	Jedna z mnoha úrovní hry <i>Crayon Physics Deluxe</i>	83
6.31	Hra <i>Numptyphysics</i>	83
6.32	Náhledy do encyklopedie hry <i>Physicus</i> , zdroj [89]	84
6.33	Náhledy do úkolů hry <i>Physicus</i> , zdroj [89]	84
6.34	Jeden z fyzikálních úkolů hry <i>Liška Ryška: Záhada bermudského trojúhelníku</i>	85
6.35	Portál Wolfram Alpha, výřez okna, zdroj [90]	87
6.36	Přehled galerie pro fyziku, výřez okna aplikace SmartNotebook	89
7.1	Příklady schématických značek [autor]	94
7.2	Zmenšenina pracovního listu jedné varianty pretestu zaměřeného na schématické značky	94
7.3	Graf úspěšnosti odpovědí na schématické značky, data z tabulek 7.1 a 7.2 [autor]	97
7.4	Jedna z podob pracovního listu pro žáky nižšího stupně víceletého gymnázia [autor]	100
B.1	Ukázka křížovek s řešením se shodnou tajenkou na téma Optika a astronomie [autor]	iii
B.2	Ukázka vylustěné křížovky na téma Elektřina a magnetismus [autor]	iv
B.3	Ukázka prázdné křížovky na téma Elektřina a magnetismus [autor]	v

Seznam tabulek

2.1	Stručný přehled objevů a vynálezů antiky [autor]	15
3.1	Pořadí oblíbenosti jednotlivých částí vyučovací hodiny fyziky, převzato z [50, s. 90]	31
6.1	Vybrané webové stránky či rozcestníky s applety [autor]	65
6.2	Stručné informace o dalších speciálních produktech [autor]	66
6.3	Přehled vybraného programového vybavení pro výuku fyziky pod <i>Linuxem</i> [autor]	67
6.4	Tabulka software využitelného na základní škole rozdělená dle fy- zikálních oborů [autor]	73
6.5	Tabulka software se zdroji fyzikálních informací [autor]	86
6.6	Stručné informace o dalších speciálních produktech [autor]	88
6.7	Produkty umožňující vytváření prezentací na lokálním zařízení [autor]	90
7.1	Tabulka výsledků měření <i>PeXeSa</i> (pretest) [autor]	95
7.2	Tabulka výsledků měření <i>PeXeSa</i> (posttest) [autor]	96
7.3	Relativní četnosti úspěšnosti/neúspěšnosti v pretestu seřazené se- stupně podle úspěšnosti [autor]	98
7.4	Relativní četnosti úspěšnosti/neúspěšnosti v posttestu seřazené sestupně podle úspěšnosti [autor]	98
7.5	Tabulka výsledků měření simulace automobilu (pretest) [autor]	101
7.6	Tabulka výsledků měření simulace automobilu (posttest) [autor]	102
7.7	Tabulka s výsledky Wilcoxonova testu vygenerovaná z dat z tabu- lek 7.5 a 7.6 v programu Statistica 10	103
B.1	Slovní zásoba včetně legendy, výběr slov dle [80, 81, 82, 83, 84, 85] a jejich legend [86, 87]	x

A Příloha Simulace jízdy automobilu

Programová část obsahuje přes 1 300 řádek kódu, a proto jsou v této části přílohy vybrány pouze stěžejní části kódu.

```

Private Sub RecordEvent(tickCount As Long, bGas As Boolean)
    Static a As Double, aa As Double, d As Double

    ' pokud máme čas pozastavený, nebudeme dělat nic
    If bStopTime = True Then Exit Sub

    If curIndex = 0 Then
        ' abychom nepřistoupili k nultému položce pole, vhodný kandidát pro Debug.Assert (condition)
        Exit Sub
    End If
    ' pokud jsme na konci pole provedeme realokaci obou polí se zachováním prvků
    If curIndex > sizeOfArrays Then
        ' zvětšíme velikost pole
        sizeOfArrays = nArrayIncrement + sizeOfArrays
        ReDim Preserve speedArray(1 To UBound(speedArray) + nArrayIncrement)
        ' teoreticky nepotřebujeme velikost pole sizeOfArrays == UBound(speedArray)
        ReDim Preserve timeArray(1 To UBound(timeArray) + nArrayIncrement)
    End If

    If bGas = True Then
        aa = Cdbl((gas.value / maxGas) * astdmax)
        ' korekce zrychlení podle kopcovitosti
        a = aa * (1 + (1 / environment.max) * (environment.max / 2 - environment.value))
    Else
        ' zpomalení = záporné zrychlení
        aa = Cdbl(Brake.value / (maxBrake * cBrake) * dstdmax)
        ' korekce zpomalení podle kopcovitosti
        a = aa * (1 - (1 / environment.max) * (environment.max / 2 - environment.value))
        a = a * (-1)
    End If
    alast = a

    If curIndex > 1 Then
        ' v = v0 - a * t, minus z důvodu decelerace, dělíme 1000 z důvodu počítání času v ms
        speedArray(curIndex) = speedArray(curIndex - 1) + a * ((tickCount - startTickCount - timeArray(curIndex - 1) - _
            totalIdleTick) / 1000)
        ' zajištění "maximální aktuální" rychlosti dle úrovně plynu => aby rychlost nerostla nade všechny meze při malém zrychlení
        If a > 0 And speedArray(curIndex) > Cdbl((a / astdmax) * vmax) Then
            speedArray(curIndex) = Cdbl(a * vmax / astdmax)
        End If
        If speedArray(curIndex) < 0 Then ' rychlost zde nemůže být záporná, ale minimálně nulová
            speedArray(curIndex) = 0#
        End If
        ' rychlost automobilu nemůže růst nad maximální rychlost
        If speedArray(curIndex) > vmax Then
            speedArray(curIndex) = Cdbl(vmax)
        End If
        ' speedArray(curIndex) = speedArray(curIndex) ' * 3.6 v km/h (kvůli grafům)
        angleOfNeedle = (speedArray(curIndex) * 3.6 - halfOfSpeedometerMax) * angleMinOfNeedle / halfOfSpeedometerMax
        ' v km/h (kvůli tachometru)
        PrepareDataForChartOfSpeedometer
    End If
    ' uložíme si čas změny uložený v argumentu procedury odečtem od okamžiku nastartování minus počet tiků ve stavu idle
    timeArray(curIndex) = tickCount - startTickCount - totalIdleTick
    ' další index bude o jednu pozici dál

    ' přístup k curIndex - 1 mimo mez pole nenastane
    If curIndex > 1 And timeArray(curIndex) - timeArray(curIndex - 1) <> 0 Then
        Dim deltav As Double, deltat As Double
        deltav = Abs(speedArray(curIndex) - speedArray(curIndex - 1))
        deltat = (timeArray(curIndex) - timeArray(curIndex - 1)) / 1000
        If (deltav / deltat) > dstdmax Then
            MsgBox "Brzdění motorem"
            MotorAcc
            Exit Sub
        End If
    End If
    UpdateEmbeddedChartOfSpeedometer
    PrintArray speedArray, dataSheet, curIndex, 1, True
    PrintArray timeArray, dataSheet, curIndex, 2, False
    ' přírůstek dráhy spočteme jako plochu lichoběžníka
    Dim deltas As Double
    deltas = ((speedArray(curIndex) + speedArray(curIndex - 1)) / 2) * ((timeArray(curIndex) - timeArray(curIndex - 1)) / 1000)
    s = s + deltas
    curIndex = curIndex + 1
    ' aktualizujeme informace o jízdě v levém horním rohu
    ShowInfo
    CheckScale
End Sub

Private Sub gas_Change()
    ' když máme automobil nastartovaný, můžeme provést změnu úrovně plynu
    If IsStarted = True Then
        bStartPrint = False
        bLegChangePedal = True
        SetBrakeToNull
    End If

```

```
bLegChangePedal = False
bStartPrint = True
RecordEvent GetTickCount, True
' zaznamenáme si čas poslední změny úrovně plynu
End If
End Sub

Private Sub rbLastXsGraph_Click()
Dim index As Integer, szRange As String, szRangeX As String, i As Long
' pokud graf neexistuje, nebudeme dělat nic
If ChartExists(chartDepSpeedOnTime) = False Or bStart = False Then
Exit Sub
End If

Dim lastXs As Integer
SetIntegerValueFromValue lastXs, tbLastSecond.value, 60
index = GetIndexLastNRows(lastXs) + 1 ' 1 řádek zabere záhlaví
tbLastSecond.value = lastXs
szRange = "a" & index & ":a5000"
szRangeX = "b" & index & ":b5000"
'MsgBox szRange

Dim oneChart As ChartObject, srs As SeriesCollection
For Each oneChart In Sheets(mainSheet).ChartObjects
If oneChart.Name = chartDepSpeedOnTime Then
' změníme oblast dat příslušného grafu
For i = 1 To oneChart.Chart.SeriesCollection.Count
If oneChart.Chart.SeriesCollection.Count >= i Then
If oneChart.Chart.SeriesCollection(i).Name = "reallySerie" Then
' změníme oblast dat příslušného grafu
oneChart.Chart.SeriesCollection(i).Values = Sheets(dataSheet).range(szRange)
oneChart.Chart.SeriesCollection(i).XValues = Sheets(dataSheet).range(szRangeX)
End If
End If
Next i
' nyní musíme nastavit počátek osy x na příslušnou hodnotu
oneChart.Chart.Axes(xlCategory).MinimumScale = Sheets(dataSheet).range("B" & index + 1)
End If
Next oneChart
End Sub
```


B Příloha Fyzikální křížovky

Fyzikální křížovka (téma: Optika; Astronomie, ozn.: 435)

1. S K A F A N D R
2. Č O Č K Y
3. Z A T M Ě N Í
4. B O L I D
5. M E R K U R
6. H V Ě Z D O K U P A

Hermelický uzavřený oblek pro kosmonauty ve vesmíru
 Průhledné těleso s dvěma kulovými plochami sloužící k zobrazování předmětů
 Jev, při kterém je nebeské těleso (Slunce, Měsíc) zakryto jiným či jeho stínem
 Velmi jasný meteor, jehož přelet bývá provázen hromovým rachotem
 Nejbližší planeta od Slunce
 Seskupení více hvězd držené pohromadě gravitační silou

Fyzikální křížovka (téma: Optika; Astronomie, ozn.: 436)

1. A T M O S F É R A
2. R O Z P T Y L K Y
3. S O U H V Ě Z D Í
4. M L H O V I N A
5. S P O J K Y
6. O P T I K A

Plynný obal Země či jiné planety
 Čočky ke korekci krátkozrakosti
 Množina hvězd na noční obloze jevíci se jako výrazná skupina
 Svítící mezihvězdný oblak, kde se vytvářejí nové hvězdy
 Čočky ke korekci dalekozrakosti
 Odvětví fyziky zabývající se světlem

Fyzikální křížovka (téma: Optika; Astronomie, ozn.: 437)

1. F O T O G R A F I E
2. S P O J K Y
3. H V Ě Z D A
4. Z D Á N L I V Ý O B R A Z
5. M E R K U R
6. L U P A

Obraz vznikající působením světla na citlivou vrstvu filmu
 Čočky ke korekci dalekozrakosti
 Zářící nebeské těleso (viditelné převážně na noční obloze, mimo Slunce)
 Obraz, který nelze zachytit na stínítku
 Nejbližší planeta od Slunce
 Spojná čočka sloužící ke zvětšování

Fyzikální křížovka (téma: Optika; Astronomie, ozn.: 438)

1. F O T O G R A F I E
2. R O Z P Y T L K Y
3. D A L E K O Z R A K O S T
4. J U P I T E R
5. S V Ě T E L N Ý R O K
6. O D R A Z K A

Obraz vznikající působením světla na citlivou vrstvu filmu
 Čočky ke korekci krátkozrakosti
 Vaďa oka - obrazy blízkých předmětů se zobrazují za sítnicí
 Největší planeta naší sluneční soustavy tvořená z plynů, pátá v pořadí
 Vzdálenost, kterou světlo ve vakuu urazí za 365 dní
 Optický prvek odrazující viditelné světlo

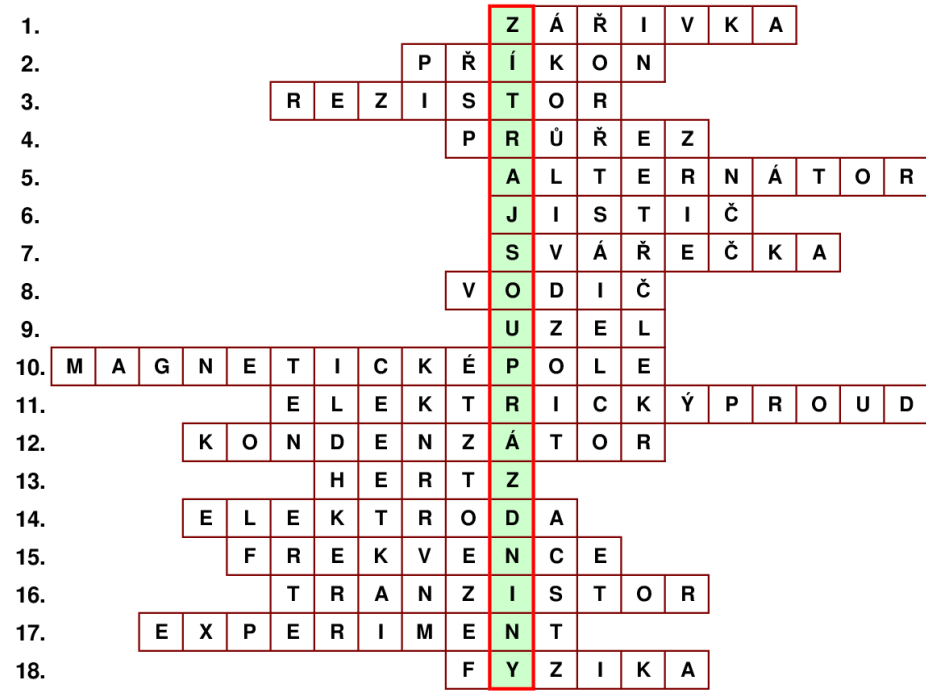
Fyzikální křížovka (téma: Optika; Astronomie, ozn.: 439)

1. F O T O A P A R Á T
2. Č O Č K Y
3. H V Ě Z D O K U P A
4. M E T E O R I T
5. Z Á K O N
6. D U H A

Přístroj umožňující zaznamenat scénu do digitální podoby, součást každého chytrého telefonu
 Průhledné těleso s dvěma kulovými plochami sloužící k zobrazování předmětů
 Seskupení více hvězd držené pohromadě gravitační silou
 Kosmická kovová nebo kamenná částice, která dopadá na Zemi
 Neměnná zákonitost přírody (např. Archimédův ...)
 Barevný úkaz na obloze vznikající lomem slunečních paprsků při dešti

Obrázek B.1: Ukázka křížovek s řešením se shodnou tajenkou na téma Optika a astronomie [autor]

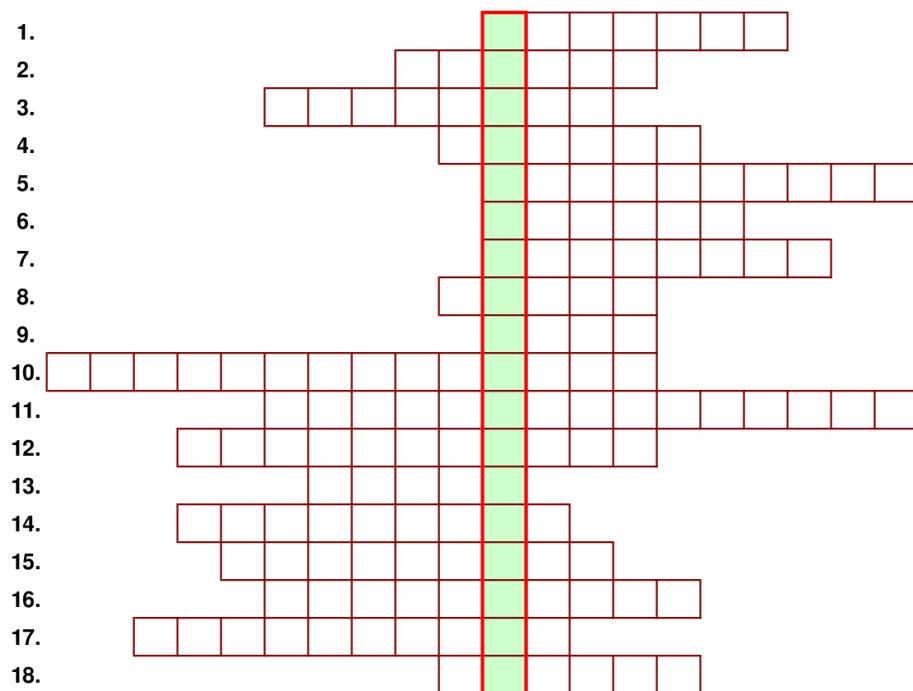
Fyzikální křížovka (témata: Elektřina a magnetismus, ozn.: 522)



- 1. Skleněná trubice na přeměnu ultrafialového záření výboje na viditelné světlo
- 2. Energie odebraná elektrickým zařízením za jednotku času
- 3. Pasivní součástka v elektrickém obvodu mající určitý odpor (hovorově zvaná také odpor)
- 4. Průměr vodiče v elektrotechnice
- 5. Stroj na přeměnu elektrické energie z mechanické, je i v každém osobním automobilu
- 6. Nedestruktivní elektrický přístroj, který při přetížení či zkratu přerušuje elektrický obvod
- 7. Přístroj ke svařování kovů (nejčastěji pomocí elektrického proudu)
- 8. Vodivá látka
- 9. Místo v elektrickém obvodu, kde jsou vodiče spojeny alespoň dva prvky
- 10. Pole kolem permanentních magnetů či vodičů, kterými protéká elektrický proud
- 11. Uspořádaný pohyb elektronů ve vodiči, stejnojmenný název má i fyzikální veličina
- 12. Zařízení k hromadění elektrického náboje tvořené soustavou elektrod
- 13. Jednotka kmitočtu, např. v elektrické síti je 50
- 14. Elektrický vodič, jímž se odvádí či přivádí proud, např. do roztoku
- 15. Kmitočet
- 16. Polovodičová součástka s min. třemi elektrodami schopná výkonového zesilování
- 17. Záměrné vyvolání fyzikálního jevu za účelem poznání jeho zákonitostí nebo ověřování
- 18. Jedna z přírodních věd, stejně se jmenuje i tento předmět

Obrázek B.2: Ukázka vylustěné křížovky na téma Elektřina a magnetismus [autor]

Fyzikální křížovka (témata: Elektřina a magnetismus, ozn.: 522)



1. Skleněná trubice na přeměnu ultrafialového záření výboje na viditelné světlo
2. Energie odebraná elektrickým zařízením za jednotku času
3. Pasivní součástka v elektrickém obvodu mající určitý odpor (hovorově zvaná také odpor)
4. Průměr vodiče v elektrotechnice
5. Stroj na přeměnu elektrické energie z mechanické, je i v každém osobním automobilu
6. Nedestruktivní elektrický přístroj, který při přetížení či zkratu přeruší elektrický obvod
7. Přístroj ke svařování kovů (nejčastěji pomocí elektrického proudu)
8. Vodivá látka
9. Místo v elektrickém obvodu, kde jsou vodivé spojeny alespoň dva prvky
10. Pole kolem permanentních magnetů či vodičů, kterými protéká elektrický proud
11. Uspořádaný pohyb elektronů ve vodiči, stejnojmenný název má i fyzikální veličina
12. Zařízení k hromadění elektrického náboje tvořené soustavou elektrod
13. Jednotka kmitočtu, např. v elektrické síti je 50
14. Elektrický vodič, jímž se odvádí či přivádí proud, např. do roztoku
15. Kmitočet
16. Polovodičová součástka s min. třemi elektrodami schopná výkonového zesilování
17. Záměrné vyvolání fyzikálního jevu za účelem poznání jeho zákonitostí nebo ověřování
18. Jedna z přírodních věd, stejně se jmenuje i tento předmět

Obrázek B.3: Ukázka prázdné křížovky na téma Elektřina a magnetismus [autor]

V tabulce je uvedena část slov včetně jejich legend a oboru/ů fyziky.

Slovo	Legenda	Obor/y fyziky
PASCAL NEWTON BLESK	Základní jednotka tlaku Základní jednotka síly Světelný jev na obloze při bouřce	Veličiny a jejich měření, Síla Veličiny a jejich měření, Síla Elektrina a magnetizmus, Astronomie
ROK RYCHLOST HUSTOTA	365,25 dne Dráha za jednotku času Podíl hmotnosti a objemu	Veličiny a jejich měření Pohyb, Astronomie Stavba látek a vlastnosti těles
MERKUR LITR MILI LED	Nejbližší planeta od Slunce 1000 ml Předpona pro tisícinu Zmrzlá voda	Astronomie Veličiny a jejich měření Veličiny a jejich měření Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
KAPALINA	Kapalná látka	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
PLYN	Plynná látka	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
PLAZMA	Čtvrté skupenství	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
ATOM	Nejmenší částice hmoty	Stavba látek a vlastnosti těles
TEKUTINA	Společný název pro kapalinu i plyn	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
MOLEKULA	Shluk několika atomů	Stavba látek a vlastnosti těles
OXID	Sloučenina prvku s kyslíkem	Stavba látek a vlastnosti těles
METR KILOGRAM	Základní jednotka délky Základní jednotka hmotnosti	Veličiny a jejich měření Veličiny a jejich měření, Pohyb
SEKUNDA	Základní jednotka času	Veličiny a jejich měření, Pohyb
HMOTNOST VODA	Fyzikální veličina určená vážením Nejjednodušší tekutina	Veličiny a jejich měření Stavba látek a vlastnosti těles
SLUNCE VÍTR TEPLOMĚR	Nejbližší hvězda Rychlý pohyb vzduchu Přístroj k měření teploty	Astronomie Pohyb Termika, Veličiny a jejich měření
SÍLA ELEKTRON	Příčina pohybu tělesa či změny jeho směru Malá částice se záporným nábojem	Síla, Pohyb Stavba látek a vlastnosti těles
PROTON	Malá částice s kladným nábojem	Stavba látek a vlastnosti těles
AMPÉR	Jednotka elektrického proudu	Veličiny a jejich měření, Elektrina a magnetizmus
VOLT	Jednotka elektrického napětí	Veličiny a jejich měření, Elektrina a magnetizmus
CÍVKA IZOLANT KOMPAS MINUTA HODINA NEUTRON	Navinutý vodič na válec, kterým protéká elektrický proud Nevodič Pomůcka k určování světových stran 60 sekund 60 minut Neutrální elektrická částice	Elektrina a magnetizmus Elektrina a magnetizmus Elektrina a magnetizmus Veličiny a jejich měření Veličiny a jejich měření Stavba látek a vlastnosti těles
SILOMĚR VODIČ TUNA BATERIE LUPA DIFÚZE	Přístroj k měření velikosti síly Vodivá látka 1000 kilogramů Zdroj elektrického proudu Spojná čočka sloužící ke zvětšování Pronikání molekul jedné látky do molekul jiné látky	Síla Elektrina a magnetizmus Veličiny a jejich měření Elektrina a magnetizmus Optika Stavba látek a vlastnosti těles
GRAF TĚŽIŠTĚ	Názorné zobrazení fyzikálních veličin Bod, ve kterém působí hmotnost tělesa	Veličiny a jejich měření Stavba látek a vlastnosti těles
TŘENÍ PODTLAK PŘETLAK MANOMETR SKAFANDR STÍN	Síla bránící pohybu dvou dotýkajících těles Nižší tlak než atmosférický Vyšší tlak než atmosférický Přístroj k měření přetlaku Hermeticky uzavřený oblek pro kosmonauty ve vesmíru Temnější oblast za osvětleným tělesem	Síla, Pohyb Síla Síla Síla Astronomie Optika
ÚPLNĚK ZRCADLO DALEKOHLID MIKROSKOP	Jedna z fází Měsíce, kdy se Měsíc jeví se jako plný kruh Deska odrážející světelné paprsky, které vytváří obraz předmětu Přístroj k pozorování vzdálených předmětů Přístroj k pozorování předmětů nepatrných rozměrů (také drobnohlíd)	Astronomie Optika Optika Optika
DUHA	Barevný úkaz na obloze vznikající lomem slunečních paprsků při dešti	Optika
ROZPTYLKA PŮSOBIŠTĚ VÝVĚVA	Čočka, která mění rovnoběžný svazek paprsků na rozbíhavý Místo, kde se projevuje účinek síly Zařízení na odčerpávání plynu z uzavřeného prostoru	Optika Síla Stavba látek a vlastnosti těles
TRAJEKTORIE SRÁŽKA SRÁŽKY	Křivka kterou opisuje pohybující se hmotný bod Prudký náraz dvou nebo více těles do sebe Voda spadlá na zem ve formě deště, sněhu či krup	Pohyb Pohyb Stavba látek a vlastnosti těles
LETADLO	Zařízení schopné k létání vzduchem	Síla

Pokračování na další straně

Pokračování z předchozí strany

Slovo	Legenda	Obor/y fyziky
ATMOSFÉRA	Plynný obal Země či jiné planety	Astronomie
KAPILÁRA	Úzká trubička	Síla
PRÁCE	Premístování tělesa působením síly	Práce, výkon, síla
JOULE	Základní jednotka práce	Práce, výkon, síla
KLADKA	Otočný kotouč umožňující usnadnění námahy při zvedání těles	Síla
ZEMĚ	Naše planeta	Astronomie
WATT	Základní jednotka výkonu	Výkon, Energie
VÝKON	Množství práce za jednotku času	Výkon, Energie
TEPLO	Energie odevzdaná či přijatá při tepelné výměně	Termika
VYPAROVÁNÍ	Přeměna z kapalného stavu látky na plynnou	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
TÁNÍ	Přeměna z pevného stavu látky na kapalnou	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
SÁNÍ	První fáze pracovního cyklu čtyřdobého motoru	Termika
SUBLIMACE	Přeměna látky z pevného skupenství na plynné	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
ELEKTROSKOP	Přístroj k indikaci elektrických nábojů na základě jejich vzájemného působení	Elektřina a magnetizmus
COULOMB	Jednotka elektrického náboje	Elektřina a magnetizmus, Veličiny a jejich měření
SILOČÁRA	Křivka udávající směr intenzity elektrického pole	Elektřina a magnetizmus
AKUMULÁTOR	Druh elektrického článku, který lze mnohonásobně dobít a vybit	Elektřina a magnetizmus
ELEKTROMĚR	Přístroj měřící spotřebu elektrického proudu	Elektřina a magnetizmus
TÓN	Hudební zvuk vydávající pravidelné kmitání zdroje zvuku	Akustika
AMPÉRMETR	Přístroj k měření elektrického proudu	Elektřina a magnetizmus
VOLTMETR	Přístroj k měření elektrického napětí	Elektřina a magnetizmus
DĚŠŤ	Druh srážek spadlých na zem ve formě vody	Stavba látek a vlastnosti těles
IZOBARA	Čára spojující místa se stejným tlakem vzduchu přepočteným na hladinu moře	Síla
INFRAZVUK	Zvukové vlnění o nízkých kmitočtech, které nelze vnímat lidským sluchem	Akustika
ULTRAZVUK	Zvuk s kmitočtem vyšším než horní mez slyšitelnosti lidského ucha	Akustika
JINOVATKA	Vrstva zmrzlé vodní páry	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
KROUPA	Druh srážek spadlých na zem ve formě malých kousků ledu	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
ROSA	Jemné kapky v trávě sražené vodní páry z ovzduší	Stavba látek a vlastnosti těles, Termika
ZÁŘENÍ	Šíření energie prostorem	Termika
ZVUK	Slyšitelné mechanické vlnění šířící se pružným prostředím	Akustika
KONDENZÁTOR	Zařízení k hromadění elektrického náboje tvořené soustavou elektrod	Elektřina a magnetizmus
TRANSFORMÁTOR	Netočivý stroj na indukční transformaci střídavého napětí na jiné napětí	Elektřina a magnetizmus
DIODA	Polovodičová součástka s dvěma elektrodami sloužící k usměrňování	Elektřina a magnetizmus
RADIOAKTIVITA	Vlastnost atomových jader samovolně se přeměňovat či rozpadat a vysílat záření	Optika
ASTRONOMIE	Věda o vesmíru, jeho vývoji a jeho fyzikálních vlastnostech	Astronomie
GALAXIE	Hvězdná soustava obsahující řádově stovky miliard hvězd	Astronomie
SOUHVĚZDÍ	Množina hvězd na noční obloze jevící se jako výrazná skupina	Astronomie
PLANETA	Velké těleso obíhající kolem Slunce	Astronomie
HVĚZDA	Zářící nebeské těleso (viditelné převážně na noční obloze, mimo Slunce)	Astronomie
VENUŠE	Kamenná planeta naší sluneční soustavy, druhá v pořadí	Astronomie
MĚRKUR	Planeta naší sluneční soustavy nejbliže ke Slunci	Astronomie
JUPITER	Největší planeta naší sluneční soustavy tvořená z plynů, pátá v pořadí	Astronomie
MARS	Planeta naší sluneční soustavy nejbliže k Zemi a nejvíce Zemi se podobající	Astronomie
PRSTENEC	Prachový útvar kolem některých měsíců či planet připomínající prsten	Astronomie
URAN	Třetí největší a sedmá plynná planeta od Slunce	Astronomie
SATURN	Druhá největší planeta sluneční soustavy tvořená hlavně vodíkem	Astronomie
NEPTUN	Nejvzdálenější planeta sluneční soustavy, modré barvy, tvořená hlavně vodíkem a heliem	Astronomie
KOMETA	Nebeské těleso se světelným ohonem	Astronomie
KEPLER	Významný astronom, který zformuloval zákony pohybu planet ve vesmíru	Astronomie
SVĚTELNÝROK	Vzdálenost, kterou světlo ve vakuu urazí za 365 dní	Astronomie
MAGNETISMUS	Schopnost některých látek přitahovat podobné látky	Elektřina a magnetizmus
MECHANIKA	Odvětví fyziky zkoumající vzájemné pohyby těles a jejich příčiny	Práce, výkon, energie, Síla
OPTIKA	Odvětví fyziky zabývající se světlem	Optika
ELEKTŘINA	Jevy vyvolané vzájemným působením elektronů	Elektřina a magnetizmus
TERMIKA	Nauka o teple a o látkových změnách působených teplem	Termika
EINSTEIN	Tvůrce teorie relativity, nejznámější fyzik 20. století	Astronomie
TRANZISTOR	Polovodičová součástka s min. třemi elektrodami schopná výkonového zesilování	Elektřina a magnetizmus
POKUS	Záměrné vyvolání fyzikálního jevu za účelem poznání jeho zákonitostí nebo ověřování	Veličiny a jejich měření, Síla, Pohyb, Práce, Výkon, energie, Termika, Optika, Elektřina a magnetizmus, Astronomie, Akustika
MĚŘENÍ	Zjišťování rozměrů tělesa	Stavba látek a vlastnosti těles
TĚLESO	Prostorový hmotný útvar, který často zkoumáme ve fyzice	Stavba látek a vlastnosti těles
JEDNOTKA	Měrná veličina	Stavba látek a vlastnosti těles

Pokračování na další straně

Pokračování z předchozí strany

Slovo	Legenda	Obor/y fyziky
ZNÁČKA	Smluvené písmeno k označení nějaké fyzikální veličiny (např. F pro sílu)	Stavba látek a vlastnosti těles
DÉLKA	Vzdálenost mezi dvěma konci nějakého předmětu	Stavba látek a vlastnosti těles
ZAOKROUHLENÍ	Upravení výsledku na menší počet desetinných míst	Stavba látek a vlastnosti těles
OBJEM	Prostorová velikost tělesa	Stavba látek a vlastnosti těles
ODMĚRNÝVÁLEC	Plastová či skleněná válcová nádoba s ryskami	Veličiny a jejich měření
VÁHY	Přístroj na vážení těles či předmětů	Veličiny a jejich měření
HUSTOMĚR	Přístroj k měření hustoty kapalin	Veličiny a jejich měření
TERMOSTAT	Zařízení k automatickému regulování teploty chladicí kapaliny	Termika
STOPKY	Hodinky, které lze ihned spustit a zastavit používané pro přesné měření času	Veličiny a jejich měření
METRONOM	Přístroj k stanovení tempa v hudbě	Veličiny a jejich měření
FYZIKA	Jedna z přírodních věd, stejně se jmenuje i tento předmět	Veličiny a jejich měření, Stavba látek a vlastnosti těles, Síla, Pohyb, Práce, Výkon, energie, Termika, optika, Elektřina a magnetismus, Astronomie, Akustika
POZOROVÁNÍ	Soustředěné sledování za účelem poznání	Veličiny a jejich měření, Stavba látek a vlastnosti těles, Síla, Pohyb, Práce, Výkon, energie, Termika, optika, Elektřina a magnetismus, Astronomie, Akustika
EXPERIMENT	Záměrné vyvolání fyzikálního jevu za účelem poznání jeho zákonitostí nebo ověřování	Veličiny a jejich měření, Síla, Pohyb, Práce, Výkon, energie, Termika, Optika, Elektřina a magnetismus, Astronomie, Akustika
ZÁKON	Neměnná zákonitost přírody (např. Archimedův ...)	Veličiny a jejich měření, Stavba látek a vlastnosti těles, Síla, Pohyb, Práce, Výkon, energie, Termika, optika, Elektřina a magnetismus, Astronomie, Akustika
PLOCHA	Povrchová část předmětu	Veličiny a jejich měření
HEKTAR	Plocha hlavního náměstí v Českých Budějovicích (100 x 100 metrů)	Veličiny a jejich měření
KRYCHLOVÝMETR	Objem zaujatý krychlí o hraně 1 metr	Veličiny a jejich měření
BIMETAL	Kovový pásek složený ze dvou materiálů s různou tepelnou roztažností	Termika, Veličiny a jejich měření
DEN	24 hodin	Veličiny a jejich měření, Astronomie
GRAVITACE	Vlastnost všech hmotných objektů vzájemně se přitahovat, např. zemská ...	Síla, Pohyb
TÍHA	Síla působící na těleso v gravitačním poli	Síla, Pohyb
BEZTÍŽNÝSTAV	Nepřítomnost síly působící na těleso v gravitačním poli	Síla, Astronomie
OLOVNICE	Zednické závaží na sňůře k určení svislého směru	Síla
VRSTEVNICE	Čára na mapě spojující body stejné nadmořské výšky	Síla
LOŽISKO	Součást sloužící k otočnému uložení strojních částí z důvodu snížení tření	Síla
METEORIT	Kosmická kovová nebo kamenná částice, která dopadla na Zemi	Síla, Astronomie
VÝSLEDNICESIL	Náhrada všech sil působících na těleso pomocí jedné síly	Síla
AIRBAG	Bezpečnostní vzduchový vak v osobních automobilech chránící před nárazem	Síla, Energie
PÁKA	Tyč k usnadnění zdvihání těžkých břemen	Síla
RAMENOSÍLY	Nejbližší vzdálenost přímky, v níž síla působí na těleso od osy otáčení	Síla
KLADKOSTROJ	Soustava jedné pevné a jedné volné kladky	Síla, Pohyb
POHYB	Změna polohy tělesa v prostoru vzhledem k jiným	Pohyb
TACHOMETR	Měřidlo rychlosti posuvného pohybu, např. v automobilu	Pohyb
RADAR	Zařízení umožňující změření rychlosti automobilu, používá jej PČR	Pohyb
ČAS	Fyzikální veličina měřená v sekundách	Veličiny a jejich měření
SVĚTLO	Elektromagnetické záření viditelné zrakem	Optika
RYCHLOSTSVĚTLA	300 000 m/s	Optika
POLOSTÍN	Částečný stín	Optika
ODRAZKA	Optický prvek odrážející viditelné světlo	Optika
SVĚTLOMET	osvětlovací zařízení vrhající soustředěný kuželovitý svazek paprsků, např. u automobilu	Optika
SKUTEČNÝOBRAZ	Obraz, který lze zachytit na stínítku	Optika
ZDÁNLIVÝOBRAZ	Obraz, který nelze zachytit na stínítku	Optika
OHNISKO	Bod, kde se protínají paprsky po lomu či odrazu	Optika
PŘEDMĚT	Skutečný vnímatelný bod v optice	Optika
KRÁTKOZRAKOST	Vada oka - obrazy vzdálených předmětů se zobrazují před sítnicí	Optika
DALEKOZRAKOST	Vada oka - obrazy blízkých předmětů se zobrazují za sítnicí	Optika
BRÝLE	Zvláštní skla v obroučkách obvykle nošená kvůli zlepšující vidění	Optika
LASER	Kvantový zesilovač optického záření	Optika
FOTOAPARÁT	Fotografický aparát	Optika
FOTOGRAFIE	Obraz vznikající působením světla na citlivou vrstvu filmu	Optika
FILM	Celuloidový pás s vrstvou citlivou na světlo	Optika
VIDEOKAMERA	Elektronická televizní kamera spojená se zařízením pro záznam obrazu a zvuku	Optika
OSVĚTLENÍ	Zařízení vydávající světlo	Optika
OKO	Lidský optický přístroj	Optika
ROZPYTLKY	Čočky ke korekci krátkozrakosti	Optika
SPOJKY	Čočky ke korekci dalekozrakosti	Optika
BLESK	Část fotoaparátu	Optika

Pokračování na další straně

Pokračování z předchozí strany

Slovo	Legenda	Obor/y fyziky
ČOČKY	Průhledné těleso s dvěma kulovými plochami sloužící k zobrazování předmětů	Optika
ŠKODA	Automobilka v Mladé Boleslavi	Veličiny a jejich měření, Síla, Pohyb, Práce, Výkon, energie, Termika, Optika, Elektřina a magnetismus, Astronomie, Akustika
ATOMOVÝOBAL	Povrchová část atomu skládající se z elektronů	Stavba látek a vlastnosti těles
SLOUČENINA	Látka vzniklá sloučením atomů různých chemických prvků	Stavba látek a vlastnosti těles
KRYSTAL	Tuhé těleso s pravidelnou strukturou	Stavba látek a vlastnosti těles
PRUŽNOST	Vlastnost materiálů málo odolávající tlaku a snadno se vracející do původního tvaru (např. guma)	Stavba látek a vlastnosti těles
KŘEHKOST	Vlastnost materiálů které při působení sil se snadno lámou (např. sklo)	Stavba látek a vlastnosti těles
TVRDOST	Vlastnost materiálů dobře odolávajícím působení sil (např. ocel)	Stavba látek a vlastnosti těles
PEVNOST	Vlastnost materiálů, které dobře odolávají tahu a tlaku	Stavba látek a vlastnosti těles
PASCALŮVZÁKON	Když na kapalinu v nádobě působí vnější síla, je tlak v kapalině ve všech směrech stejný	Stavba látek a vlastnosti těles, Síla
DRUŽICE	Těleso obíhající kolem planet	Astronomie, Pohyb
HVĚZDOKUPA	Seskupení více hvězd držené pohromadě gravitační silou	Astronomie
MĚSÍC	Těleso obíhající kolem planet, je to také časová jednotka	Astronomie
MLHOVINA	Svítilící mezihvězdný oblak, kde se vytvářejí nové hvězdy	Astronomie
PLANETKA	Vesmírné těleso o průměru stovek metrů až stovek kilometrů (= menší planeta)	Astronomie
VLASATICE	" Jiný název pro kometu, latinsky " "coma" " znamená vlasy"	Astronomie
ZVĚROKRUH	Pás oblohy rozdělený na 12 dílů pojmenovaných podle zvířat	Astronomie
ČERNÁDÍRA	Vesmírný objekt s velmi silným gravitačním polem, z něhož neunikne ani světlo	Astronomie
ŽÁROVKA	Hruškovitá skleněná baňka s vláknem používaná jako zdroj světla	Elektřina a magnetismus
ELEKTRODA	Elektrický vodič, jímž se odvádí či přivádí proud, např. do rozvodu	Elektřina a magnetismus
ELEKTROLYT	Látka, kde se vytvářejí elektricky nabitě ionty vedoucí elektrický proud	Elektřina a magnetismus
ELEKTRICKÝPROUD	Uspořádaný pohyb elektronů ve vodiči, stejnojmenný název má i fyzikální veličina	Elektřina a magnetismus
POLOVODIČ	Elektricky částečně vodivá látka používaná k usměrňování či zesilování elektrického proudu	Elektřina a magnetismus
TERMISTOR	Polovodič zhotovený z materiálu, jehož elektrický odpor se mění v závislosti na teplotě	Elektřina a magnetismus
ELEKTRICKÝODPOR	... brání průchodu elektrického proudu v elektrickém obvodu	Elektřina a magnetismus
OHM	Jednotka elektrického odporu	Elektřina a magnetismus
REZISTOR	Pasivní součástka v elektrickém obvodu mající určitý odpor (hovorově zvaná také odpor)	Elektřina a magnetismus
UZEL	Místo v elektrickém obvodu, kde jsou vodivé spojeny alespoň dva prvky	Elektřina a magnetismus
REOSTAT	Přístroj k regulaci elektrického proudu měněním odporu	Elektřina a magnetismus
POJISTKA	Destruktivní elektrický přístroj, který při přetížení či zkratu přerušuje elektrický obvod	Elektřina a magnetismus
JISTIČ	Nedestruktivní elektrický přístroj, který při přetížení či zkratu přerušuje elektrický obvod	Elektřina a magnetismus
MAGNET	Těleso se schopností přitahovat některé kovy	Elektřina a magnetismus
MAGNETICKÉPOLE	Pole kolem permanentních magnetů či vodičů, kterými protéká elektrický proud	Elektřina a magnetismus
MAGNETKA	pohyblivý podlouhlý magnet užív. v buzolách a kompasech, také magnetická stříška	Elektřina a magnetismus
BUZOLA	Kompas zdokonalený zaměřovacím zařízením	Elektřina a magnetismus
ELEKTROMAGNET	Cívka s jádrem z měkkého železa, které získává procházejícím proudem magnetické vlastnosti a používá se např. v kovošrotu	Elektřina a magnetismus
FREKVENCE	Kmitočet	Elektřina a magnetismus
HERTZ	Jednotka kmitočtu, např. v elektrické síti je 50	Elektřina a magnetismus
ALTERNÁTOR	Stroj na výrobu elektrické energie z mechanické, je i v každém osobním automobilu	Elektřina a magnetismus
STATOR	Nepohyblivá část motoru či turbíny	Elektřina a magnetismus
ROTOR	Otáčivá část turbíny či motoru	Elektřina a magnetismus
ELEKTRÁRNA	Závod na výrobu elektrické energie	Elektřina a magnetismus
ZÁŘIVKA	Skleněná trubice na přeměnu ultrafialového záření výboje na viditelné světlo	Elektřina a magnetismus
ELEKTROMOTOR	Stroj přeměňující elektrickou energii na mechanickou práci	Elektřina a magnetismus
HROMOSVOD	Zařízení svádějící blesk do země	Elektřina a magnetismus
FARAD	Jednotka elektrické kapacity	Elektřina a magnetismus
MIKROFON	Elektroakustické zařízení na přeměnu mechanických kmitů na elektrické	Elektřina a magnetismus
PÁJKA	Slitina používaná při pájení	Elektřina a magnetismus
SVÁŘEČKA	Přístroj ke svařování kovů (nejčastěji pomocí elektrického proudu)	Elektřina a magnetismus
DOZIMETR	Přístroj k měření dávek ionizujícího záření	Termika
ENERGIE	Různé formy pohybu hmoty projevující se jako její schopnost vykonávat práci	Výkon, Energie
KAPALNĚNÍ	Přeměňování na kapalně skupenství	Termika
KATALYZÁTOR	Zařízení v automobilech na čištění výfukových plynů	Termika
MLHA	Sražené bílé vodní páry vznášející se nad povrchem země	Termika
NÁMRAZA	Namrzlá vrstva ledu vzniklá zmrznutím drobných kapiček z vzdušné vlhkosti	Termika
OBLAČNOST	Množství oblaků na určitém místě	Termika
PÁRA	Plynné skupenství látky	Termika
PÍST	Pohyblivá část motoru sloužící k přenosu síly, nalézá se ve válci	Termika
PRÁKON	Energie odebraná elektrickým zařízením za jednotku času	Elektřina a magnetismus

Pokračování na další straně

Pokračování z předchozí strany

Slovo	Legenda	Obor/y fyziky
SRÁZKOMĚR	Meteorologický přístroj pro měření srážkových úhrnů	Termika
ROZPÍNÁNÍ	Jedna z fází pístového spalovacího motoru, při které se rozpínají plyny ve válci (t. expanze)	Termika
TRYSKA	Technické zařízení k zvyšování výtokové rychlosti kapalin nebo plynů	Termika
TUHNUTÍ	Změna skupenství z kapalného na plynné	Termika
TURBÍNA	Rotační lopatkový stroj, kde se tlaková či tepelná energie vody a páry mění na mechanickou práci	Termika
VAR	Klokotavý pohyb tekutiny způsobený zahřátím na určitou teplotu	Termika
VLHKOMĚR	Přístroj k měření vlhkosti vzduchu či materiálů	Termika
ÚČINNOST	Fyzikální veličina udávající poměr mezi výkonem a příkonem zařízení, udává se v %	Elektrina a magnetismus
VÝFUK	Poslední fáze pístového spalovacího motoru, shodný název má zařízení pro odvádění plynů z motoru	Termika
TLAKOMĚR	Přístroj k měření tlaku	Termika
VAKUUM	Vzduchoprázdno	Stavba látek a vlastnosti těles
SPALOVÁNÍ	Přeměna paliva na tepelnou energii při hoření	Termika
PRŮŘEZ	Průměr vodiče v elektrotechnice	Elektrina a magnetismus
CLONA	Součást fotoaparátu regulující množství světla do objektivu	Optika
AFÉLIUM	Bod na dráze planety nejvíce vzdálený od Slunce (také odsluní)	Astronomie
AKUSTIKA	Obor fyziky zabývající se studiem zvuku, event. jiného mechanického vlnění	Akustika
AMPLITUDA	Maximální hodnota periodicky se měnící fyzikální veličiny	Akustika
BOLID	Velmi jasný meteor, jehož přelet bývá provázen hromovým rachotem	Astronomie
DECIBEL	Hlavní jednotka intenzity zvuku (desetina belu)	Akustika
DOZVUK	Čas, za který se zvuk přestane být slyšitelný	Akustika
ELIPSA	Geometrická křivka podobná zploštělé kružnici	Astronomie
HLUK	Směs nepravidelných různorodých zvuků (různé amplitudy, různé frekvence)	Akustika
KMIT	Pravidelně se opakující pohyby se a tam	Akustika
OBRATNÍK	Rovnoběžka na 23. st. 27. minutě severně nebo jižně od rovníku (Raka, Kozoroha)	Astronomie
OZVĚNA	Odražený zvuk od nějaké překážky	Akustika
PÍŠTALY	Jednoduché hudební nástroje k pískání	Akustika
KYTARA	Drnkací nástroj houslového tvaru zpravidla o šesti strunách	Akustika
HOUSLE	Smyčcový hudební nástroj o čtyřech strunách držený pod bradou	Akustika
SMYČEC	Nezbytný prvek hráče na housle, vyrobený dřeva a žíní	Akustika
STRUNY	Nezbytné součásti kytar, houslí i kontrabasů vyrobené z kovového vlákna	Akustika
REPRODUKTOR	Zařízení přeměňující elektrickou energii na zvuk	Akustika
ROVNODENNOST	Okamžik, kdy den trvá stejně dlouho jako noc	Astronomie
ROVNÍK	Myšlená kružnice na zemském povrchu půlící vzdálenost mezi oběma póly	Astronomie
SLUNOVRAT	Doba nejdelsího a nejkratšího dne (21. června a 21. prosince)	Astronomie
VLNĚNÍ	Pravidelně se opakující šíření kmitů v prostoru, např. na moři	Astronomie
ZATMĚNÍ	Jev, při kterém je nebeské těleso (Slunce, Měsíc) zakryto jiným či jeho stínem	Astronomie
RTUŤ	Tekutý jedovatý stříbrný kovový prvek mající velkou hustotu	Termika, Stavba látek a vlastnosti těles

Tabulka B.1: Slovní zásoba včetně legendy, výběr slov dle [80, 81, 82, 83, 84, 85] a jejich legend [86, 87]

Kompletní zdrojový kód obsahuje přes 1 200 řádek kódu, a proto jsou v této části přílohy vybrány pouze stěžejní části kódu.

```
Private Sub cbSGenerateCrosswords_Click()
    ' nastaví proměnné dle sešitu Nastavení
    If bIsVarSet = False Then
        SetValue
    End If

    Load UserForm1
    UserForm1.Show ' modal ... toto raději nepoužívat z důvodu možnosti modifikace dokumentu (dat v listech)

    Dim numberOfCrossword As Long
    Dim solution As String
    For numberOfCrossword = 1 To crosswords
        If solution = "" Or bAllEqualSolutions = False Then
            If bUseRandomSolution = False Then
                SetManualSolution solution
            Else
                SetRandomSolution solution
            End If
        End If
    End For

    Dim possibleWordArray() As String
    Dim possibleWordArrayNOccurs() As Long
    Dim counterWordArray As Long, counterUsedWordArray As Long, counterPossibleWordArray As Long
    Dim maxIndexPossibleWordArray As Long

    counterWordArray = 0: counterUsedWordArray = 0

    ReDim possibleWordArray(Len(solution), nArraySizeIncrement): maxIndexPossibleWordArray = nArraySizeIncrement
```



```

' část získávání vhodných slov do pole
' -----
ReDim possibleWordArrayNOccurrs(Len(solution))
' načteme všechna možná slova pro vybraná témata do pole Fetězců
ReadWordsFormSheetToArray wordArray, counterWordArray
Dim letter As String, i As Long
For i = 1 To Len(solution)
    letter = Mid(solution, i, 1)
    counterPossibleWordArray = 0
    FindWord i, letter, wordArray, possibleWordArray, counterWordArray, counterPossibleWordArray, _
        bUseFirstLastLettersInSolution, maxIndexPossibleWordArray, solution, possibleWordArrayNOccurrs
Next i

' část inteligentního výběru slov
' -----
' uděláme si kopii pole possibleWordArrayNOccurrs s názvem tmpPossibleWordArrayNOccurrs
' Dim tmpPossibleWordArrayNOccurrs() As Long
' ReDim tmpPossibleWordArrayNOccurrs(Len(solution)) As Long
' For i = 1 To Len(solution)
'     tmpPossibleWordArrayNOccurrs(i) = possibleWordArrayNOccurrs(i)
' Next i
' pomocí metody GetMinIndex zjistíme index pole tmpPossibleWordArrayNOccurrs, kde je minimální prvek pole _
' (nejméně možných slov)
' Dim minIndex As Long
' For i = 1 To UBound(possibleWordArrayNOccurrs) / 3
'     minIndex = GetMinIndex(tmpPossibleWordArrayNOccurrs, Len(solution))
'     nejvyšší prioritu při výběru slov mají slova, kterých je nejméně
'     WalkWords minIndex, possibleWordArrayNOccurrs, Len(solution), possibleWordArray, counterPossibleWordArray,
tmpPossibleWordArrayNOccurrs
' Next i

' část náhodného výběru slov - slova do křížovky dáváme náhodně, abychom i při malém počtu slov měli více variant křížovek
' -----
Dim bCrosswordError As Boolean
bCrosswordError = False

Dim answer As String
For i = 1 To Len(solution)
    If possibleWordArrayNOccurrs(i) = 0 Then
        ' zde voláme proceduru, která se zeptá na zadání slova či ukončí generování listu (jedné křížovky)
        newWord = ""
        letterRequired = Mid(solution, i, 1)
        QueryNewWord Mid(solution, i, 1), i, possibleWordArray, possibleWordArrayNOccurrs
        If newWord = "" Then
            bCrosswordError = True
            MsgBox textIfNotPossibleGenerateCrossword, vbInformation, "Dialog stornován"
            Exit For
        End If
        letterRequired = ""
    End If
    ' naplníme pole usedWordArray náhodným výběrem včetně kontroly na duplicity
    Dim bFill As Boolean
    bFill = FillUsedWordArray(i, possibleWordArrayNOccurrs, possibleWordArray, usedWordArray, counterUsedWordArray, solution)
    If bFill = False Then
        letterRequired = Mid(solution, i, 1)
        QueryNewWordAfter Mid(solution, i, 1), i, usedWordArray
        If newWord = "" Then
            bCrosswordError = True
            MsgBox textIfNotPossibleGenerateCrossword, vbInformation, "Dialog stornován"
            Exit For
        End If
        letterRequired = ""
    End If
Next i

If bCrosswordError = False Then
    ' -----
    ' část zjištění náhodných indexů a přesné pozice písmen v tajence
    Dim positionInUsedWordArray() As Long
    ReDim positionInUsedWordArray(Len(solution)) As Long
    For i = 1 To Len(solution)
        positionInUsedWordArray(i) = GetRandomIndex(usedWordArray(i), Mid(solution, i, 1))
    Next i

    ' část zjištění maximálního přesahu (kvůli odsazení tisku křížovky)
    Dim maxFrontOverHang As Long, maxRearOverHang As Long
    maxFrontOverHang = GetMaxFrontOverHang(positionInUsedWordArray)
    maxRearOverHang = GetMaxRearOverHang(positionInUsedWordArray, usedWordArray, solution)
    Dim positionForClue As Long
    positionForClue = maxFrontOverHang + maxRearOverHang + 1 + 1 + distanceBetweenCrosswordAndClues
    ' 1 pozici zabírá tajenka + 1 zabírají číslice vlevo + mezery dle průměrné distanceBetweenCrosswordAndClues

    ' -----
    ' část vytvoření nového listu
    Dim sheetName As String
    sheetName = "Kř." (dle Nastavení) + takové číslo, aby to bylo volné ...
    sheetName = GetFreeSheetName(sheetName)
    Worksheets.Add(After:=Worksheets(Worksheets.Count)).name = sheetName

    Application.ScreenUpdating = False
    ActiveWindow.DisplayGridlines = False
    GenerateAndPrintSheetData sheetName, solution, positionInUsedWordArray, maxFrontOverHang, usedWordArray, wordArray,
        counterWordArray, positionForClue
    Application.ScreenUpdating = False

```

```

        WriteSolutionInfoToSheet solution
        IncID
    End If
    Next numberofCrossword
    crosswords = 0 ' i po stornování dialogu by se generovaly křížovky
    GoToSheet nameOfMenuSheet
End Sub

Private Function FindWord(i As Long, letter As String, ByRef wordArray() As String, ByRef possibleWordArray() As String, _
    counterWordArray As Long, counterPossibleWordArray As Long, bUseFirstLastLettersInSolution As Boolean, _
    maxIndexPossibleWordArray As Long, solution As String, ByRef possibleWordArrayNOccurrs() As Long)

    Dim j As Long

    For j = 1 To counterWordArray
        If PatternMatch(letter, wordArray(j), bUseFirstLastLettersInSolution) = True Then
            counterPossibleWordArray = counterPossibleWordArray + 1
            CheckSizeAndAddWord i, possibleWordArray, wordArray(j), counterPossibleWordArray, maxIndexPossibleWordArray, _
                solution, possibleWordArrayNOccurrs
        End If
    Next j
End Function

Private Function PatternMatch(ByVal pattern As String, ByVal word As String, bUseFirstLastLettersInSolution As Boolean) _
As Boolean
    Dim reg As Object
    Set reg = CreateObject("vbscript.RegExp")
    reg.ignorecase = True

    word = UCase$(word)
    If bUseFirstLastLettersInSolution = False Then
        reg.pattern = "~[a-zA-Z]+" & pattern & "[a-zA-Z]+\$"
    Else
        reg.pattern = "[a-zA-Z]?" & pattern & "[a-zA-Z]?"
    End If
    PatternMatch = reg.Test(word)
    Set reg = Nothing
End Function

Private Sub GenerateAndPrintSheetData(sheetName As String, solution As String, ByRef positionInUsedWordArray() As Long, _
    maxFrontOverHang As Long, ByRef usedWordArray() As String, ByRef wordArray() As String, _
    counterWordArray As Long, maxLengthWordInUsedArray As Long)

    Dim startRow As Long, startCol As Long, offsetBetweenNumberAndCrossword As Long

    If maxLengthWordInUsedArray < 1 Then
        maxLengthWordInUsedArray = 17
    End If
    offsetBetweenNumberAndCrossword = 1
    Sheets(sheetName).Rows("1:40").RowHeight = crosswordsCellsRowHeight
    Sheets(sheetName).Rows("1:40").ColumnWidth = crosswordsColumnWidth / 6
    startRow = 1: startCol = 1

    Dim tmpCrosswordTitle As String
    tmpCrosswordTitle = Replace(crosswordTitle, "X", ThemesToString)
    tmpCrosswordTitle = Replace(tmpCrosswordTitle, "ID", CStr(GetID))

    PrintLine sheetName, tmpCrosswordTitle, startRow, startCol, True, True, False, 14, 5
    startRow = startRow + distanceBetweenTitleAndCrossword + 1

    Application.ScreenUpdating = False
    Dim i As Long, solPosRow As Long
    solPosRow = startRow
    For i = 1 To Len(solution)
        PrintLine sheetName, CStr(i) & ".", startRow, startCol, True, True, True, 12
        startCol = startCol + 1
        Dim delta As Long
        delta = maxFrontOverHang - positionInUsedWordArray(i) + offsetBetweenNumberAndCrossword + offsetBetweenNumberAndCrossword
        For j = 1 To Len(usedWordArray(i))
            ApplyBorder Sheets(sheetName).Cells(startRow, delta)
            ' kdyby tam byl \$
            Dim tmpChar As String
            If Mid(usedWordArray(i), j, 1) = chReplacement Then
                tmpChar = "CH"
            Else
                tmpChar = UCase(Mid(usedWordArray(i), j, 1))
            End If
            ' print word
            PrintLine sheetName, tmpChar, startRow, delta, True, True, True, 11
            delta = delta + 1
        Next j
        ' print clue
        PrintLine sheetName, GetClue(usedWordArray(i), wordArray, counterWordArray), startRow, maxLengthWordInUsedArray, _
            False, True, False, 11
        startRow = startRow + 1
        startCol = 1
    Next i
    ApplyMediumBorderToSolution Sheets(sheetName). _
        Range(Sheets(sheetName).Cells(solPosRow, maxFrontOverHang + offsetBetweenNumberAndCrossword), _
            Sheets(sheetName).Cells(solPosRow + Len(solution) - 1, maxFrontOverHang + offsetBetweenNumberAndCrossword))
    Application.ScreenUpdating = True
End Sub

```

C Příloha Pexeso

Vzhledem ke skutečnosti, že kompletní zdrojový kód obsahuje přes 1 000 řádek, jsou v této části přílohy vybrány pouze jeho důležité části.

```

Private Sub ShuffleArray(ByRef nArray() As Integer)
    Dim i As Byte, counter As Integer, tmpValue As Integer

    For i = 1 To nRows * nColumns / 2
        firstRandomRow = GetRandomInteger(1, nRows)
        firstRandomColumn = GetRandomInteger(1, nColumns)

        secondRandomRow = GetRandomInteger(1, nRows)
        secondRandomColumn = GetRandomInteger(1, nColumns)

        tmpValue = nArray(firstRandomRow, firstRandomColumn)
        nArray(firstRandomRow, firstRandomColumn) = nArray(secondRandomRow, secondRandomColumn)
        nArray(secondRandomRow, secondRandomColumn) = tmpValue
    Next i
End Sub

Private Sub Worksheet_SelectionChange(ByVal Target As Excel.Range)
    If bIsVarSet = False Then SetValues0
    If bIsFilledTheme = False Then
        FillTheme
        bIsFilledTheme = True
    End If

    If Target.Cells.Count > 1 Then Exit Sub
    Dim keyCells As Excel.Range

    Set keyCells = Sheets(sheetName).range(Cells(1 + emptyRows, 1 + emptyColumns), Cells(emptyRows + nRows, emptyColumns + _
nColumns))
    If Not Application.Intersect(keyCells, range(Target.Address)) Is Nothing Then
        If bPlaying = False Then
            MsgBox messageWhenNotPlaying, vbInformation, "Upozornění"
            Exit Sub
        End If
        nNumberTotalTurnOver = nNumberTotalTurnOver + 1
        If nNumberTotalTurnOver Mod 2 = 0 Then
            DrawOnePicture Sheets(sheetName).range(Target.Address).row, Sheets(sheetName).range(Target.Address).column, 3
            PrintAboutGame
            If IsEndOfGame = True Then
                PrintAboutGame True
                GetGameStatistics statArray
                MsgBox "Konec hry." & vbCrLf & smallDialogSeparator & vbCrLf & GetAboutGameString(True), vbInformation, "Hra ukončena"
                cbSPlay.Caption = "Hraj!"
                Dim complementURLData As String
                If Sheets(settingSheet).cbSendDataToServer.value = True Then ' pokud si přejeme zasílat data na server, připravíme je
                a pošleme je tam
                    PrepareDataToWWW complementURLData
                    SendResultToWWW complementURLData
                End If
                PrintStatistics statArray ' detaily hry vypíšeme až po případném odeslání na server
                bPlaying = False
            End If
        Else
            DrawOnePicture Sheets(sheetName).range(Target.Address).row, Sheets(sheetName).range(Target.Address).column, 0
        End If
    End If
End Sub

Private Sub DrawOnePicture(selectedRow As Integer, selectedColumn As Integer, nSeconds As Integer)
    Dim szFileName As String
    Dim numberPicture As Integer
    bTurnOver = False
    Dim tmpRange As range

    Set tmpRange = range(Cells(selectedRow, selectedColumn), Cells(selectedRow, selectedColumn))
    numberPicture = GetNumberPicture(selectedRow, selectedColumn)
    ' v případě chyby
    If numberPicture < 0 Then
        Exit Sub
    End If

    ' připravíme si náhodný úhel otočení kartiček
    Dim arrayOfAngles
    arrayOfAngles = Array(0#, 90#, 180#, -90#)
    Dim angle As Double
    If bRotatePictures = True Then
        ' náhodná rotace
        angle = arrayOfAngles(GetRandomInteger(0, UBound(arrayOfAngles)))
    Else
        angle = 0#
    End If

    ' připravíme si název souboru
    Dim suffix As String: suffix = ""
    If ExistPictureInSheet(numberPicture) Then

```

```
        suffix = suffixOfFiles
    End If

    ' chvíli nebudeme překreslovat
    Application.ScreenUpdating = False

    With ActiveSheet.Pictures.Insert(pathToPictures & cbSTheme.value & "\" & CStr(numberPicture) & pictureExtensions)
        .Top = tmpRange.Top
        .Left = tmpRange.Left
        .Height = MillimetersToPoints(pictureMmSize)
        .Width = .Height
        .ShapeRange.LockAspectRatio = msoTrue
        .ShapeRange.Rotation = angle
        .ShapeRange.name = "Obrázek" & CStr(numberPicture) & suffix
    End With

    Application.ScreenUpdating = True

    Dim bIsIdentical As Boolean
    If lastNumberPicture = numberPicture Then
        bIsIdentical = True
        nNumberGoodTurnOver = nNumberGoodTurnOver + 1
        ' pokud není lastClickedRange inicializován, nebudeme dělat nic => skončilo by to chybou
        If Not (lastClickedRange Is Nothing) Then ApplyNoneBorderToRange lastClickedRange
        ApplyNoneBorderToRange range(Cells(selectedRow, selectedColumn), Cells(selectedRow, selectedColumn))
    End If
    ' zapamatujeme si pozici posledního range, abychom v případě nalezení správné dvojice jej mohli vymazat Interior, šlo by použít _
    i ClearFormats pro daný Range
    Set lastClickedRange = range(Sheets(sheetName).Cells(selectedRow, selectedColumn), Sheets(sheetName).Cells(selectedRow, _
    selectedColumn))
    If nSeconds > 0 And bIsIdentical = False Then
        'Application.Cursor = xlWait ' přesejpačky
        ShowCursor False
        Application.Wait (Now + TimeValue("0:00:" & CStr(timeDelayBetweenTurnOver)))
        'Application.Cursor = xlDefault ' normální
        ShowCursor True
        DelPicture numberPicture, lastNumberPicture
    End If

    ' poslední obrázek uložíme jen tehdy, když je celkový počet otočení sudý
    If IsOddB(nNumberTotalTurnOver) = True Then
        lastNumberPicture = numberPicture
    Else
        lastNumberPicture = 0
    End If

    bTurnOver = True
    Sheets(sheetName).range("SLEEP").Select
End Sub
```

D Příloha Osmisměrky

Celá aplikace je napsána v prostředí Microsoft Visual C++ s využitím standardně dodávaných knihoven. Kompletní zdrojový kód obsahuje přes 2 500 řádek, proto v této části přílohy jsou vybrány pouze jeho důležité části.

```
BOOL COsmismerkyDoc::OnCheckAllWords(BOOL bWithPrint)
{
    SetPaneText(0);
    CWaitCursor wait;
    int count;
    BOOL bIsOk = TRUE;
    CStringArray tempArray;
    tempArray.RemoveAll();

    for(int i = 0; i < m_arrayOfWords.GetSize(); i++)
    {
        m_tempWord = m_arrayOfWords.GetAt(i);
        count = 0;
        count += FindHorizontally(FALSE);
        count += FindHorizontally(TRUE);
        count += FindVertically(FALSE);
        count += FindVertically(TRUE);
        count += FindCrosswaysBackslash(FALSE);
        count += FindCrosswaysBackslash(TRUE);
        count += FindCrosswaysSlash(FALSE);
        count += FindCrosswaysSlash(TRUE);
        if (count != 1)
        {
            tempArray.Add(m_tempWord);
            bIsOk = FALSE;
        }
    }
    if (bWithPrint == FALSE)
        return (bIsOk == TRUE);

    SetPaneText(1);
    if (bIsOk == TRUE)
        AfxMessageBox("Tato osmisměrka je v pořádku.", MB_ICONINFORMATION);
    Else
    {
        SmartOutput(tempArray, "Chyba. Špatné(á) slovo(a): ");
        tempArray.RemoveAll();
    }
    SetBitArray();
    UpdateAllViews(NULL, NOTHING);
    return TRUE;
}

int COsmismerkyDoc::CheckOneWord(BOOL bPrintOccurrences, BOOL bWithDialog, BOOL bWithOutput)
{
    CWaitCursor wait;
    SetBitArray();
    if (bWithDialog == TRUE)
    {
        CWordDialog dialog;
        if (dialog.DoModal() == IDOK)
            m_tempWord = dialog.m_newWord;
        Else
            return 0;
    }

    if(m_tempWord.GetLength() == 0)
        return 0;

    int count = 0;
    if (m_tempWord.GetLength() == 1)
    {
        for(int i = 0; i < m_y; i++)
            for(int j = 0; j < m_x; j++)
            {
                CString tempString(m_arrayOfLines.GetAt(i).GetAt(j));
                if (tempString.Collate(m_tempWord) == 0)
                {
                    m_ppBitArray[i][j] = TRUE;
                    count++;
                }
            }
    }
    Else
    {
        count += FindHorizontally(FALSE);
        count += FindHorizontally(TRUE);
        count += FindVertically(FALSE);
        count += FindVertically(TRUE);
        count += FindCrosswaysBackslash(FALSE);
        count += FindCrosswaysBackslash(TRUE);
        count += FindCrosswaysSlash(FALSE);
        count += FindCrosswaysSlash(TRUE);
    }
}
```

```

ReverseBitArray();

if (bWithoutOutput == FALSE)
    SetBitArray(FALSE);

if (bPrintOccurrences == FALSE)
{
    UpdateAllViews(NULL, NOTHING);
    return count;
}

CString str;
str.Format("%d", count);

UpdateAllViews(NULL, NOTHING);

afxMessageBox("Počet výskytů slova " + m_tempWord + " je: " + str, MB_ICONINFORMATION);
return count;
}

int COsmisměrkyDoc::FindVertically(BOOL bReversed)
{
    int returnValue = 0;

    for(int i = 0; i < m_x; i++)
    {
        Copy(COLUMN, i, 0, bReversed);
        returnValue += GetNumberOfOccurrences(bReversed);
    }
    return returnValue;
}

int COsmisměrkyDoc::FindCrosswaysBackslash(BOOL bReversed)
{
    int y = m_y - 1;
    int returnValue = 0;

    while (y >= 0)
    {
        Copy(CROSSWAYSSLASH, 0, y--, bReversed);
        returnValue += GetNumberOfOccurrences(bReversed);
    }
    int x = 1;
    while (x < m_x)
    {
        Copy(CROSSWAYSSLASH, x++, 0, bReversed);
        returnValue += GetNumberOfOccurrences(bReversed);
    }
    return returnValue;
}

void COsmisměrkyDoc::Copy(int how, int what, int y, BOOL bReversed)
{
    int count = 0;

    switch(how) {
    case ROW:
    {
        m_tempLine = m_arrayOfLines.GetAt(what);
        for(int i = 0; i < m_x; i++)
        {
            m_arrayx.SetAt(i, i); m_arrayy.SetAt(i, what);
        }
        m_count = m_x;
        break;
    }
    case COLUMN: {
        CString temp = "";
        for(int i = 0; i < m_y; i++)
        {
            temp += m_arrayOfLines.GetAt(i).GetAt(what);
            m_arrayx.SetAt(i, what); m_arrayy.SetAt(i, i);
        }
        m_tempLine = temp;
        m_count = m_y;
        break;
    }
    case CROSSWAYSSLASH: { // crossways slash
        CString tempString = "";
        int count = 0;
        while (what < m_x && y < m_y && what >= 0 && y >= 0)
        {
            ASSERT(count < m_x);
            ASSERT(count < m_y);
            tempString += m_arrayOfLines.GetAt(y).GetAt(what);
            m_arrayx.SetAt(count, what++); m_arrayy.SetAt(count++, y++);
        }
        m_tempLine = tempString;
        m_count = count;
    }
    }
}

```

```
        break;
    }
    case CROSSWAYSBACKSLASH: { // crossways backslash
        CString tempString = "";
        count = 0;
        while (what >= 0 && y < m_y && what < m_x && y >= 0)
        {
            ASSERT(count < m_x);
            ASSERT(count < m_y);
            tempString += m_arrayOfLines.GetAt(y).GetAt(what);
            m_arrayx.SetAt(count, what--); m_arrayy.SetAt(count++, y++);
        }
        m_tempLine = tempString;
        m_count = count;
        break;
    }
    default: // default branch
        ASSERT(FALSE);
    }
    if (bReversed == TRUE)
        MakeReverseArray();
}

BOOL COsmismerkyDoc::CheckChar(char ch)
{
    CString allowChars = "abcdefghijklmnopqrstuvxyzABCDEFGHIJKLMNopqrstuvwxyzšžčřýáíéñťďěóú";

    if (allowChars.Find(ch) == -1)
        return FALSE;
    else return TRUE;
}

int COsmismerkyDoc::GetNumberOfOccurrences(BOOL bReversed)
{
    if (bReversed == TRUE)
        MakeReverse();
    int pocatek = 0, kolik = 0;
    int lengthOfWord = m_tempWord.GetLength();

    CString m_temp;
    while ((pocatek + lengthOfWord) <= m_tempLine.GetLength())
    {
        m_temp = m_tempLine.Mid(pocatek, lengthOfWord);
        if (m_temp.Collate(m_tempWord) == 0)
        {
            int count = pocatek;
            for(int i = pocatek; i < (pocatek + lengthOfWord); i++)
            {
                ASSERT(m_arrayx.GetAt(count) < m_x);
                ASSERT(m_arrayy.GetAt(count) < m_y);
                m_ppBitArray[m_arrayy.GetAt(count)][m_arrayx.GetAt(count++)] = TRUE;
            }
            kolik++;
        }
        pocatek++;
    }
    return kolik;
}
```

E Příloha CD-ROM

Vlastní médium je uloženo v kapse na vnitřní straně zadních desek této diplomové práce.

Popis jednotlivých adresářů na přiloženém CD-ROM:

Adresář	Popis
Fyzikální křížovky	Aplikace <i>Fyzikální křížovky</i>
PeXeSo	Aplikace <i>PeXeSo</i>
Simulace automobilu	Aplikace <i>Simulace jízdy automobilu</i> v reálném čase
Osmisměrky	Aplikace <i>Inspektor a řešitel osmisměrek</i>
Osmisměrka	Fyzikální osmisměrka
Honička	Datový soubor s modelem v aplikaci Modellus TM – pohybová úloha
Kinetická energie	Jednoduchá simulace na kinetickou energii v Interactive Physics
Optika	Simulace fyzikálních optických jevů (zákon odrazu a lomu) v Crocodile Physics
Pedagogická sonda	Naskenované pracovní listy ke všem pedagogickým sondám
Automobil Neopravené	Naskenované pracovní listy k simulaci automobilu Pracovní listy k simulaci automobilu v podobě, v jaké žáci odevzdali
Opravené	Opravené pracovní listy k simulaci automobilu
PeXeSo Neopravené	Naskenované pracovní listy k PeXeSu Pracovní listy k <i>PeXeSu</i> v podobě, v jaké žáci odevzdali
Opravené	Opravené pracovní listy k <i>PeXeSu</i>
Diplomová práce	Text diplomové práce ve formátu PDF