

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta pedagogická
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Oddělení fyziky

Disertační práce

Plzeň 2013

PhDr. Václav Kohout

Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta pedagogická
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Oddělení fyziky

Využití interaktivních dotykových tabulí v České republice a ukázkové výukové téma na rozhraní fyziky a informatiky

PhDr. Václav Kohout

disertační práce
Plzeň 2013

Školitel: RNDr. Miroslav Randa, Ph.D.
Školící pracoviště: Západočeská univerzita v Plzni
Fakulta pedagogická
Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy
Studijní program: Specializace v pedagogice
Studijní obor: Teorie vzdělávání ve fyzice

Prohlašuji na svou čest, že jsem tuto disertační práci vypracoval samostatně s použitím uvedené literatury a zdrojů informací při zachování postupů ve vědecké práci obvyklých.

V Plzni dne 31. srpna 2013

PhDr. Václav Kohout

Na tomto místě bych rád poděkoval RNDr. Miroslavu Randovi, Ph.D. za odborné vedení mé disertační práce, za předání řady zkušeností, za cenné rady, připomínky, zájem a čas, který mi věnoval.

Dále bych chtěl poděkovat celé své rodině za veškerou podporu a kolegům z oddělení fyziky katedry matematiky, fyziky a technické výchovy za jejich přátelství a pomoc.

Plzeň, 2013

Abstrakt

Název práce: Využití interaktivních dotykových tabulí v České republice a ukázkové výukové téma na rozhraní fyziky a informatiky

Autor: PhDr. Václav Kohout

Katedra: Katedra matematiky, fyziky a technické výchovy,
Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni

Abstrakt:

Práce je věnována plošnému výzkumu zjišťujícímu rozšíření technologie interaktivních dotykových tabulí na základních školách v rámci celé České republiky a mapujícímu intenzitu využívání různých druhů softwarových aplikací při takovéto výuce. Během výzkumu bylo osloveno více než 3000 škol a vyhodnoceno přes 400 odpovědí. Práce obsahuje kompletní statisticky zpracované výsledky dotazníkového šetření. Na základě výsledků výzkumu byla rovněž zpracována ukázková mezipředmětová multimediální výuková lekce Barvy kolem nás. Lekce byla připravena pro několik typů softwarových aplikací, o kterých udávali vyučující v odpovědích na dotazník, že je používají nejčastěji. Primární je podoba interaktivní i-učebnice Nakladatelství Fraus vytvořená pomocí autorského nástroje FlexiBook Composer. Následně byla lekce přepracována do podoby prezentace ve formátu PowerPoint a do podoby sady nezávislých textových, obrazových a multimediálních materiálů. Výukový obsah mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás byl připraven v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání z pohledu fyziky a informatiky a výpočetní techniky s přihlédnutím k možnostem vazeb na další vyučovací předměty, zejména přírodopis a výtvarnou výchovu. Téma je určeno pro žáky 2. stupně základní školy. Všechny výukové materiály jsou připraveny s použitím multimediálních výukových prostředků, primárně jsou určeny pro výuku za pomoci interaktivní dotykové tabule.

Klíčová slova: interaktivní dotyková tabule, SmartBoard, ActiveBoard, tematická výuka, rámcový vzdělávací program, základní škola barva, spektrum, RGB, CMYK, barvový prostor, chromatický diagram, tristimulus

Abstract

Title: Using interactive whiteboards in the Czech Republic and an exemplary thematic unit at the boundary of physics and information and communication technologies

Author: PhDr. Václav Kohout

Department: Department of Mathematics, Physics and Technical Education
Faculty of Education, University of West Bohemia

Abstract:

The dissertation engages in two basic subjects, which are connected into one whole. The first part concerns the problems of equipping primary schools in the Czech Republic with modern presentation didactic technologies – interactive whiteboards. Nowadays, great accent is given to using modern technologies in teaching. Technology companies are able to offer novelties to schools very soon after they have been launched. The problem often is with preparing didactically valuable teaching materials for such technologies; materials that would use the benefits of the new equipment as much as possible. In other words, it is not a problem to equip a school with modern interactive whiteboards when there is enough money, but the problem could be to obtain quality teaching materials which could be used in such a way that would emphasise the advantages of interactive boards control. My dissertation records the conditions of using interactive whiteboards at schools, the extent of being equipped with these boards depending on the size of school. Particularly, I have tried to find out which types of software applications teachers most often use when working on interactive whiteboards during lessons.

The above mentioned is significant for the second part of my work – preparing an educational cross-curricular thematic unit “Colours around us”, which is intended to be presented particularly using interactive whiteboards. It concerns the term colour in education of physics, biology, information and communication technologies and art. As for its difficulty, the educational unit is aimed at lower secondary school students. With the chosen difficulty, it is not possible to use mathematical apparatus for lecturing; it is necessary to explain the topic only in a quality manner. On the basis of the first part results I am going to treat the selected subject in those applications, or data formats, which teachers – according to my research – use most often. The teaching subject matter will be the same while it will be processed in various forms so that the educational unit can be used without problems and effectively by as many teachers as possible.

The current obligatory document for education at primary schools in the Czech Republic *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*, The General Educational

Programme for Primary Education (with changes made to 1 September 2010), released by the Ministry of Education, Youth and Physical Education, enables to treat education at a particular school not only in form of standard school subjects, but also in form of integrated school subjects. This dissertation elevates the educational contents integration even above the scope stated and recommended in the General Educational Programme, as it integrates the subject matter of several educational areas.

At primary schools in the Czech Republic, integrated subjects teaching is not widespread at present; instruction is still based on changing standard school subjects. That is why the form of thematic teaching is appropriate for the thematic unit “Colours around us”. The whole educational thematic unit is proposed in form of a coherent thematic day devoted to colours without division into standard school subjects, i.e. physics, information and communication technologies, biology, art. Naturally, some parts of the thematic unit are closer to physics, others are closer to information and communication technologies, and the end of the day is close to art. But the teacher does not emphasize that at the moment the pupils are learning about colour in physics, at another moment they are learning about colours in information and communication technologies etc.

The topic optics in physics comes to white light decomposition by a prism, the term spectral colour in standard instruction; eventually it mentions the three-colour perception of colour by a human eye with which the colour monitor description is connected. Three-colour vision is also analysed in biology in the topic biology of a human, in a chapter devoted to human senses and eyesight. The subject information and communication technologies works with the term colour especially in the topic engaged in graphic applications, web graphics etc. It explains the term RGB colour and its notation. But neither physics nor information and communication technologies at the level of primary school relates clearly the colour in spectrum to the colour described by means of RGB. The educational cross-curricular thematic unit “Colours around us” completes and extends these relations.

The basic form of the educational unit described here has already been prepared and piloted, as stated in my thesis (Kohout, 2011). This dissertation significantly extends the results achieved in the thesis. It analyses in detail the spread of interactive whiteboards in primary schools; working out the educational cross-curricular thematic unit “Colours” in various forms is based on the analysis.

Keywords: interactive whiteboard, SmartBoard, ActiveBoard, thematic learning, general educational programs, primary school, colour, spectrum, RGB, CMYK, colour space, chromaticity diagram, tristimulus

Obsah

Obsah	8
1 Úvod.....	14
2 Stanovení základního cíle a dílčích postupných cílů práce	17
2.1 Výzkum způsobů používání interaktivních dotykových tabulí na základních školách	17
2.1.1 Příprava výzkumu.....	18
2.1.2 Volba souboru respondentů a rozesílání dotazníků.....	18
2.1.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření	18
2.2 Zpracování vzorového mezipředmětového tématu	19
2.2.1 Analýza Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání.....	19
2.2.2 Rozbor řazení učiva v českých učebnicích.....	19
2.2.3 Sestavení odborného obsahu mezipředmětového výukového tématu	20
2.2.4 Návrh výukového obsahu tématu Barvy kolem nás	20
2.2.5 Vytvoření vlastní multimediální výukové lekce	21
3 Současný stav řešené problematiky	22
3.1 Využití interaktivních dotykových tabulí ve výuce	22
3.1.1 Odborné články k využití interaktivních dotykových tabulí	22
3.1.2 Internetové zdroje k využití interaktivních dotykových tabulí	29
3.2 Pojem mezipředmětová výuka v pedagogické teorii	34
3.2.1 Mezipředmětová výuka ve vzdělávacích dokumentech	34
3.2.2 Mezipředmětová výuka v pedagogické teorii.....	34
3.2.3 Projektová a tematická výuka v pedagogické teorii	36
3.3 Multimediální lekce zaměřená na barvy	39
3.3.1 Odborné články k multimediální lekci zaměřené na barvy	39
3.3.2 Internetové zdroje k multimediální lekci zaměřené na barvy	43
3.4 Existující výuková lekce a její pilotní ověření	47
3.4.1 Parametry pilotního ověření	47

3.4.2 Závěry z pilotního ověření a doporučení k dalšímu vývoji.....	48
4 Používání dotykových interaktivních tabulí v ČR.....	50
4.1 Základní cíle výzkumu.....	50
4.2 Příprava výzkumu.....	52
4.2.1 Zvolená forma výzkumu – on-line dotazník.....	52
4.2.2 Struktura dotazníku – základní osnova.....	53
4.2.3 Předvýzkum.....	55
4.2.4 Délka dotazníku a doba vyplňování.....	56
4.2.5 Konečná podoba dotazníku.....	57
4.2.6 Volba souborů respondentů.....	69
4.2.7 Plošný zdroj emailových adres, Česká republika.....	69
4.2.8 Cílený zdroj emailových adres, okres Plzeň-město.....	69
4.3 Vlastní realizace dotazování.....	70
4.3.1 Plošné rozesílání, Česká republika.....	70
4.3.2 Cílené rozesílání, Plzeň-město.....	71
4.3.3 Možnost sloučení obou získaných souborů dat.....	73
4.4 Výsledky výzkumu.....	76
4.4.1 Rozšíření dotykových interaktivních tabulí na základních školách v České republice.....	76
4.4.2 Závislost počtu interaktivních dotykových tabulí na velikosti dané základní školy.....	79
4.4.3 Používané typy interaktivních dotykových tabulí.....	85
4.4.4 Míra používání různých typů softwarových aplikací při výuce s pomocí interaktivní dotykové tabule.....	88
4.4.5 Rozdíly pro soubory dat z České republiky a okresu Plzeň-město.....	93
4.4.6 Rozšíření učeben vybavených dataprojektory nebo TV na základních školách v České republice.....	95
4.4.7 Závislost počtu učeben s dataprojektory nebo televizními monitory na velikosti dané základní školy.....	97

4.4.8	Míra používání různých typů softwarových aplikací při výuce s pomocí dataprojektorů a televizních monitorů.....	103
4.4.9	Rozložení základních škol podle velikosti sídel a podle velikosti těchto škol	108
5	Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání	111
5.1	Připravovaná úprava RVP ZV, platná od 1. září 2013	111
5.2	Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie.....	113
5.2.1	Vzdělávací obor Informační a komunikační technologie.....	113
5.3	Vzdělávací oblast Člověk a příroda	114
5.3.1	Vzdělávací obor Fyzika.....	115
5.3.2	Vzdělávací obor Přírodopis	115
5.3.3	Vzdělávací obor Chemie	116
5.4	Vzdělávací oblast Umění a kultura	117
5.4.1	Vzdělávací obor Výtvarná výchova	117
6	Řazení učiva a témat souvisejících s pojmem Barva	118
6.1	Řazení učiva a jednotlivých tematických celků z pohledu Rámcových vzdělávacích programů	118
6.2	Řazení učiva a tematických celků v konkrétních učebnicích	119
6.2.1	Charakteristika vybraných řad učebnic pro vzdělávací obor Fyzika	120
6.2.2	Zařazení mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu klasického řazení učiva fyziky.....	122
6.2.3	Charakteristika vybrané řady učebnic pro vzdělávací obor Informační a komunikační technologie.....	123
6.2.4	Zařazení výukového tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu řazení učiva informatiky a výpočetní techniky	123
6.2.5	Charakteristika některých řad učebnic pro vzdělávací obor Přírodopis.....	124
6.2.6	Zařazení výukového tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu řazení učiva přírodopisu	125

6.3 Optimální zařazení mezipředmětového výukového tématu Barva do výuky na 2. stupni základní školy.....	125
7 Historie a elementární základy teorie barev.....	127
7.1 Spektrální definice barvy	127
7.1.1 Přínos Isaaca Newtona k nauce o barvách.....	127
7.1.2 Newtonův pokus s optickým hranolem	128
7.1.3 Vlnová délka světla a její souvislost s barvou světla	129
7.1.4 Jednoduché a složené barvy	130
7.1.5 Vyzařování a odraz světla, průchod světla látkou.....	131
7.1.6 Spektrální data a spektrální křivky	132
7.1.7 Spektrální data – kompletní popis barvy	134
7.2 Tristimulus a jeho objev, RGB, CMY(K).....	135
7.2.1 Maxwell, Young a Helmholtz	135
7.2.2 Pokusy s vnímáním barev.....	135
7.2.3 Barvy RGB	136
7.2.4 Barvy CMY	137
7.2.5 CMY(K) a některé poznatky z oblasti barevného tisku	138
7.2.6 Oko, další zařízení pro vnímání barev a jejich rozdíly.....	139
7.2.7 Vidění lidského oka.....	141
7.2.8 Pojem tristimulus.....	142
7.2.9 Barvový prostor	142
7.3 HSB a související popisy barev	143
7.3.1 Systém Alberta Munsella	143
7.3.2 Munsellův zápis barvy.....	144
7.3.3 Barvy HSB	145
7.3.4 Barevný kruh	146
7.3.5 Rozdíly mezi HSB, HVC, HSV a dalšími.....	147
7.3.6 Vztah mezi RGB a HSB.....	148

7.3.7 Terminologická poznámka – je HSB tristimulus?	148
7.4 CIE – Commission Internationale de l’Eclairage	149
7.4.1 Dva mezníky v práci CIE – 1931 a 1976	149
7.4.2 Standardní pozorovatel (2° a 10°)	150
7.4.3 Standardní osvětlení	151
7.4.4 Barevná teplota	153
7.4.5 XYZ – hodnoty tristimulu CIE	153
7.4.6 xyY – chromatický diagram CIE	156
7.4.7 Lab a Luv – perceptuálně uniformní barvové prostory	158
7.4.8 ΔE – diference barev	161
7.5 Příklad dalšího vývoje specifikací CIE – vývoj definice diference barev	162
7.5.1 ΔE_{Lab} a ΔL , ΔC , ΔH	162
7.5.2 Vztah CMC (L : C) pro diferenci barev	162
7.5.3 Charakteristika dalších směrů vývoje kolorimetrických vztahů	163
8 Výukové téma Barvy kolem nás – obsah	164
8.1 Výukový obsah témat s pojmem barva v analyzovaných vyučovacích předmětech	164
8.1.1 Fyzika	164
8.1.2 Informatika a výpočetní technika	164
8.1.3 Přírodopis	165
8.1.4 Výtvarná výchova	165
8.2 Scénář mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás	166
8.2.1 Barva světla a rozklad světla hranolem	167
8.2.2 Barva předmětů, co je to barva?	172
8.2.3 RGB znamená red – green – blue; zápis barvy v počítačové aplikaci	174
8.2.4 Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci	177

8.2.5	Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci	180
8.2.6	Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou	182
8.3	Volba typů softwarových aplikací pro zpracování lekce	184
8.4	Konkrétní zpracování výukového tématu Barvy kolem nás	185
8.4.1	Zpracování ve formě interaktivní i-učebnice v aplikaci FlexiBook Composer Nakladatelství Fraus.....	185
8.4.2	Zdroje obrazového a multimediálního materiálu lekce	197
8.4.3	Zpracování v podobě prezentace MS PowerPoint	202
8.4.4	Zpracování v podobě sady statických PDF dokumentů doplněných multimédií	222
8.4.5	Metodické pokyny k výukovému tématu	224
9	Závěr a zhodnocení dosažených cílů	233
9.1	Splnění dílčích cílů práce.....	233
9.1.1	Výzkum způsobu používání interaktivních dotykových tabulí na základních školách	234
9.1.2	Zpracování vzorového mezipředmětového tématu	234
9.2	Splnění základních cílů práce	236
9.3	Další možnosti pokračování výzkumu.....	236
9.4	Další plánovaný vývoj výukové lekce Barvy kolem nás.....	237
	Seznam použité literatury a online zdrojů	239
	Seznam obrázků.....	247
	Seznam tabulek.....	248
	Seznam grafů	250
	Přílohy	252
	Seznam vlastních publikovaných a dalších prací	254
	Seznam vystoupení na konferencích	256

1 Úvod

Moje disertační práce se zabývá dvěma základními tématy, která organicky propojuje do jednoho vzájemně provázaného celku. V prvním a hlavním tématu se dotýká problematiky vybavení základních škol v České republice moderní didaktickou prezentační technikou, kterou jsou interaktivní dotykové tabule, případně starší technikou obdobného charakteru, která také umožňuje prezentovat obrazový výstup osobního počítače při frontální výuce celé třídy naráz, dataprojektory, resp. televizemi připojenými k videovýstupu počítače.

V dnešní době je kladen velký důraz na využívání moderních technologií ve výuce. Technologické společnosti vesměs dokážou nabízet novinky ze své oblasti do škol velice záhy po jejich uvedení na běžný spotřební trh. Problémem zůstává příprava didakticky hodnotných učebních materiálů pro tyto technologie, materiálů, které by v co nejširší míře využívaly výhod a přínosů nového vybavení. Jinými slovy, není problém při dostatku financí vybavit školu moderními interaktivními dotykovými tabulemi, problémem může být získat přiměřeně kvalitní učební materiály, které by bylo možné používat tak, aby co nejvíce vynikly výhody ovládání dotykové tabule. Problémem bývá rovněž proškolení učitelů, míra jejich zkušeností a ochota pracovat s novými technologiemi. Moje práce mapuje situaci při používání interaktivních dotykových tabulí na školách, vybavenost škol těmito tabulemi v závislosti na velikosti školy. Zejména se také pokouším podrobněji zjistit, jaké typy softwarových aplikací vyučující při použití dotykových tabulí při výuce nejčastěji užívají. Toto má svůj význam pro druhou část mé práce, kterou je příprava konkrétního mezipředmětového výukového tématu určeného primárně pro prezentaci za použití interaktivní dotykové tabule.

Základními kurikulárními dokumenty pro školství na základních školách v České republice je Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2010). Jedná se o dokument Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy, který se v plném znění jmenuje Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami provedenými k 1. 9. 2010). Ve zkratce se typicky označuje jako RVP či RVP ZV, odkaz do přehledu zdrojů označuji jako (RVP ZV, 2010). V souladu s rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání je zdůrazňování mezipředmětových vztahů mezi jednotlivými standardními vyučovacími předměty v rámci dané vzdělávací oblasti, například Člověk a příroda. Tento dokument vymezuje celkem devět vzdělávacích oblastí a umožňuje organizovat výuku na dané škole nejen formou standardních vyučovacích

předmětů, ale také formou integrovaných vyučovacích předmětů s různou mírou integrace: „Z jednoho vzdělávacího oboru může být vytvořen jeden vyučovací předmět nebo více vyučovacích předmětů, případně může vyučovací předmět vzniknout integrací vzdělávacího obsahu více vzdělávacích oborů (integrovaný vyučovací předmět). RVP ZV umožňuje propojení (integraci) vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů. Integrace vzdělávacího obsahu musí respektovat logiku výstavby jednotlivých vzdělávacích oborů. Základní podmínkou funkční integrace je kvalifikovaný učitel.“ (RVP ZV, 2010, s. 18–19)

Jak jsem již uvedl, první, výzkumná část mé práce má odpovědět na otázku, které typy softwarových aplikací učitelé nejčastěji při výuce pomocí interaktivních dotykových tabulí používají. Podle toho zpracuji zvolené mezipředmětové výukové téma v těch aplikacích, resp. datových formátech, které učitelé podle mého výzkumu užívají nejčastěji. Výukový obsah bude stejný, forma bude zpracována ve více odlišných podobách, aby výukové téma mohlo bez problémů a efektivně využívat co největší množství učitelů.

Ústředním pojmem zpracovávaného mezipředmětového výukového tématu je pojem barva. Jedná se o pojem velice zajímavý, o kterém se domnívám, že je možné ho na úrovni druhého stupně základní školy kvalitativně popsat a objasnit jeho podstatu na základě znalostí, které žáci již mají zejména z vyučovacích předmětů fyzika a informatika a výpočetní technika. Pojem barva svou velkou šíří zasahuje ale také do přírodopisu či do výtvarné výchovy. Souvislosti vyučované látky s pojmem barva lze jistě nalézt i v dalších vyučovacích předmětech, jako např. chemie, psychologie. Chápání pojmu barva prolíná celým našim životem, jedná se o pojem zcela samozřejmý a intuitivně chápaný, ale je vhodné si uvědomit, že občas je zapotřebí i takovéto samozřejmé pojmy definovat přesněji na vědeckém základě. Na fyzikálním základě a s přispěním poznatků informatiky a výpočetní techniky je možné pojem barva na druhém stupni základní školy vysvětlit s úspěchem kvalitativně, tedy bez užití složitých matematických nástrojů, které pro základní školu nejsou vhodné.

Ve fyzice se pojmem barva zabývá tematický celek Optika. Většinou se ve výkladu dospěje k rozkladu bílého světla hranolem (Newtonův pokus), k pojmu jednoduché (spektrální) barvy a někdy také k principu trojbarevného vidění lidského oka a k souvisejícímu principu barevného televizního či počítačového monitoru. Trojbarevné lidské vidění založené na barvocitlivých buňkách, tzv. čípcích, je také uváděno ve výuce přírodopisu v tematickém celku Biologie člověka, v oddíle věnovaném lidským smyslům

a zraku. V informatice a výpočetní technice se pojem barva nachází především v tematickém celku věnovaném grafickým aplikacím, webové grafice apod. Zavádí a objasňuje se pojem RGB barvy a jejího zápisu. Ani ve fyzice, ani v informatice a výpočetní technice se však nedává do jasné a jednoznačné souvislosti barva ve spektru a barva zapsaná pomocí RGB. Plánované mezipředmětové téma týkající se pojmu barva tyto souvislosti doplňuje, prezentuje je na úrovni vhodné pro žáky druhého stupně základní školy a dále je rozšiřuje.

Na základních školách v České republice v současnosti není prakticky vůbec rozšířena výuka integrovaných vyučovacích předmětů, které jsou zmiňovány v RVP ZV (2010, s. 18), výuka je běžně postavena na střídání standardních vyučovacích předmětů. Pro plánované mezipředmětové výukové téma je tak vhodná podoba tematického vyučování. Celé výukové téma je navrženo do podoby uceleného tematického dne věnovaného barvám, aniž by jednotlivé předkládané poznatky byly „škatulkovány“ do jednotlivých vyučovacích předmětů, fyziky, informatiky a výpočetní techniky a dalších. I když je samozřejmě přirozené, že některé pasáže zpracovávaného tématu mají blíže k fyzice, jiné k informatice a další např. k výtvarné výchově.

Základní podoba zde popisovaného výukového tématu již byla zpracována dříve a ověřena v pilotní výuce, jak je popsáno v mé rigorózní práci (Kohout, 2011). Aktuální disertační práce účelně využívá některé závěry zmíněné rigorózní práce pro splnění dílčího cíle vytvoření mezipředmětové multimediální výukové lekce.

Disertační práce podrobně analyzuje rozšíření interaktivních dotykových tabulí na základních školách a z této analýzy vychází zpracování mezipředmětového výukového tématu barvy v různých podobách pro použití různých softwarových nástrojů.

2 Stanovení základního cíle a dílčích postupných cílů práce

Základním cílem mé disertační práce je zmapování stavu používání moderní didaktické techniky, kterou jsou interaktivní dotykové tabule, na druhém stupni základních škol v České republice. Mým cílem je zjistit rozšíření interaktivních dotykových tabulí na školách, počty učeben vybavených těmito tabulemi s přihlédnutím k velikosti škol a také zjistit, jaké typy softwarových aplikací vyučující při výuce s pomocí dotykových tabulí nejčastěji využívají. V souvislosti s tím jsem si stanovil také cíl zjistit obdobným způsobem vybavenost škol v České republice technikou o generaci starší, tím myslím učebny vybavené dataprojektory a televizemi připojenými k videovýstupu počítače.

V návaznosti na základní cíl plánuji ještě zpracovat vzorové mezipředmětové výukové téma pro druhý stupeň základních škol, které bude účinně demonstrovat možnosti moderních technických výukových prostředků, interaktivních dotykových tabulí při výuce. Druhým cílem tedy je příprava multimediální mezipředmětové výukové lekce Barvy kolem nás pro žáky druhého stupně základních škol a nižší ročníky víceletých gymnázií. Výukové téma bude připraveno ve formách, v softwarových aplikacích, které učitelé na základních školách při výuce s dotykovými tabulemi nejčastěji používají. Cílem je usnadnit co nejvíce užití připravených materiálů co nejširší skupině učitelů tak, aby je neomezovaly limity softwarového vybavení jejich konkrétní školy i jejich případné limity počítačových dovedností.

Abych těchto dvou základních cílů dosáhl, musím si přirozeně definovat strukturu a sekvenci postupných cílů, které dále v rámci této kapitoly podrobně popíšu a zdůvodním.

2.1 Výzkum způsobů používání interaktivních dotykových tabulí na základních školách

Pro naplnění prvního základního cíle práce musím zrealizovat výzkum na základních školách v České republice formou dotazníkového šetření. Dotazník zahrnuje otázky týkající se počtu interaktivních dotykových tabulí na škole, druhů těchto tabulí a hlavně typů softwarových aplikací, které jsou na tabulích provozovány. Vzhledem k tomu, že předpokládám, že existují školy, které nemají k dispozici dotykové tabule, ale mají jinou obdobnou, pouze o generaci starší prezentační techniku, tj. dataprojektory nebo televize připojené k osobnímu počítači, zahrnuji do dotazníku také obdobné otázky týkající se

počtu učeben s dataprojektory či televizemi připojenými k počítači a otázky týkající se využití softwarových aplikací v takových učebnách. Pro realizaci výzkumu si stanovuji následující dílčí cíle.

2.1.1 Příprava výzkumu

Prvním dílčím cílem je stanovení cílů výzkumu, základních otázek, na které má moje šetření odpovědět. Poté musím zvolit výzkumnou formu, kterou v mém případě bude online dotazník. Vzhledem k tomu, že současné internetové prostředí nabízí mnoho možností, jak obdobný dotazník technicky zpracovat, je nutno posoudit výhody a nevýhody jednotlivých poskytovatelů služeb šíření a zpracování online dotazníků. Po výběru konkrétní služby je třeba navrhnout základní osnovu dotazníku a postupně konkretizovat jeho celý obsah.

Nedílnou součástí přípravy výzkumu je rovněž realizace předvýzkumu. Na základě jeho výsledků ještě případně upravím znění některých otázek a formulací. Předvýzkum mi rovněž pomůže s upřesněním doby vyplňování dotazníku běžným respondentem. Finálním krokem přípravy výzkumu je zpracování konečné verze dotazníku, který bude již šířen respondentům.

2.1.2 Volba souboru respondentů a rozesílání dotazníků

Dalším cílem je získání co nejširšího souboru respondentů. Pro splnění tohoto cíle jsem oslovil marketingové oddělení Nakladatelství Fraus, které mi poskytlo svou databázi emailových adres základních škol a nižších stupňů víceletých gymnázií v České republice. Druhým zdrojem adres respondentů je Středisko pedagogické praxe Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, které mi poskytlo kontakty na školy a vyučující v okrese Plzeň-město.

Další postupný cíl, kterým je vlastní rozeslání dotazníků, je plněn na přelomu května a června letošního roku. Celkem je rozesíláno téměř 3 300 dotazníků.

2.1.3 Vyhodnocení dotazníkového šetření

Po ukončení sběru dotazníků přistupuji k jejich statistickému vyhodnocení. Vzhledem k tomu, že jsem díky specifické volbě dvou skupin respondentů získal dva soubory dat s odpověďmi, stanovuji si jako další dílčí cíl ještě před dalším zpracováním ověřit, zda tyto soubory mohou sloučit do jednoho, zda jsou statisticky srovnatelné.

Dalším cílem je již vlastní zpracování souborů s výsledky dotazníkového průzkumu. Zjišťuji počet tabulí na jednotlivých školách, ověřuji závislost počtu tabulí na velikosti

školy, sleduji typy tabulí, kterými jsou školy vybaveny, a zejména zkoumám, jaké typy softwarových aplikací vyučující při výuce s použitím interaktivních dotykových tabulí používají. Vzhledem k tomu, že mám k dispozici dva soubory dat získané rozdílným způsobem, ověřím ještě, jaké jsou mezi výsledky vyhodnocení těchto dvou souborů rozdíly, a pokusím se je vysvětlit a zdůvodnit.

Stejným způsobem jako pro učebny s interaktivní dotykovou tabulí zpracuji výsledky pro učebny vybavené dataprojektorem nebo televizemi připojenými k video výstupu počítače.

2.2 Zpracování vzorového mezipředmětového tématu

2.2.1 Analýza Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání

Jakákoli výuka na standardní základní škole v České republice musí být v souladu se základními vzdělávacími dokumenty, které pro tuto výuku určuje stát prostřednictvím Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. Takovým základním dokumentem je pro základní školy zejména aktuálně platný Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2010). Druhým dílčím cílem je analýza RVP ZV, jeho jednotlivých vzdělávacích oblastí a vzdělávacích oborů, běžně označovaných spíše jako vyučovací předměty, z pohledu možného zařazení mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás do výuky. S tím souvisí zejména předchozí vymezení vzdělávacích oblastí a oborů, se kterými téma Barvy kolem nás podle mého názoru souvisí, a poté určení konkrétních výukových oblastí a oborů, s jejichž obsahem budu při sestavování výukového tématu Barvy dále podrobněji pracovat.

2.2.2 Rozbor řazení učiva v českých učebnicích

Rámcový vzdělávací program nestanovuje závazné pořadí, v jakém mají být během výuky probírány jednotlivé tematické celky jednotlivých vzdělávacích oborů (vyučovacích předmětů). Abych mohl optimálně začlenit výukové téma Barvy kolem nás do výuky v rámci druhého stupně základní školy, musím nějakým způsobem definovat obvyklé řazení učiva v jednotlivých ročnících. Rozhodl jsem se k tomuto účelu použít metodu analýzy vybraných řad učebnic pro základní školy, z nichž následně stanovím obvyklé řazení tematických celků v jednotlivých vyučovacích předmětech. Dalším vytyčeným dílčím cílem je stanovit doporučení pro časové zařazení mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás do výuky v konkrétním ročníku základní školy.

Nezbytnou součástí tohoto cíle je výběr řad učebnic běžně užívaných pro výuku a jejich analýza z pohledu řazení učiva, kterou je zapotřebí zpracovat dříve, než navrhnu časový rámec zařazení tématu Barvy kolem nás do výuky.

2.2.3 Sestavení odborného obsahu mezipředmětového výukového tématu

Většina obsahu mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás vychází z výukového obsahu vyučovacích předmětů fyziky, informatiky a výpočetní techniky a ze specifického vědního oboru, kterým je kolorimetrie. Kolorimetrie je poměrně komplexní a složitou vědní disciplínou a pro potřeby výuky na druhém stupni základní školy je nutné informace obsažené v odborné literatuře vhodným způsobem zjednodušit a vybrat pouze vhodné základní věci dotýkající se daného tématu.

Jako další postupný cíl jsem si stanovil vytvoření úvodu do teorie barev a historie vědeckého poznání v oblasti barev na úrovni žáků druhého stupně základní školy. Tento úvod musí být pojatý čistě kvalitativně, neboť žáci na základní škole nemají k dispozici potřebný matematický aparát. Úvod do teorie barev spolu s historií poznání barev bude obsahovat všechny základní potřebné pojmy a jejich souvislosti.

Jako rozšiřující didaktický materiál pro vyučujícího jsem se rozhodl zařadit matematicky přesnou definici základních kolorimetrických pojmů.

2.2.4 Návrh výukového obsahu tématu Barvy kolem nás

Poté, co budu mít k dispozici zpracovaný úvod do teorie barev, budu mít k dispozici informace o výskytu pojmu barva ve výuce na druhém stupni základní školy, které jsem získal jednak analýzou RVP ZV a jednak analýzou dostupných učebnicových řad vybraných vyučovacích předmětů, mohu přistoupit k návrhu konkrétního obsahu mezipředmětového výukového tématu. Tento obsah je syntézou poznatků z úvodu do teorie barev a z poznatků prezentovaných v jednotlivých vyučovacích předmětech, ve kterých se pojem barva ve standardní výuce významně objevuje. Výukový obsah je nutno didakticky pečlivě zpracovat a doplnit o návrhy obrazových a dalších multimediálních výukových materiálů, případně také o odkazy na specifické internetové zdroje.

Jako další dílčí cíl si tedy stanovuji přípravu scénáře pro tvorbu multimediální výukové lekce. Scénářem rozumím výukový text lekce doplněný o přesný a podrobný popis použitých obrazových a multimediálních výukových materiálů a internetových zdrojů.

2.2.5 Vytvoření vlastní multimediální výukové lekce

Na základě závěrů výzkumu týkajícího se rozšíření interaktivních dotykových tabulí na základních školách v České republice a mapujícího frekvenci užití různých typů softwarových aplikací a na základě předchozího pilotního ověřování dříve zpracovaného obdobného mezipředmětového výukového tématu ve výuce zpracuji mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás do podoby multimediální výukové lekce v několika různých podobách. Všechny tyto podoby budou primárně určeny k užití na dotykové tabuli. Tento moderní výukový prostředek umožňuje zařazování multimediálních prvků do výuky jednoduchým a operativním způsobem, aniž by se vyučující během výkladu musel zabývat obsluhou nějakých dalších zařízení, např. CD přehrávače nebo videopřehrávače. V případě nauky o barvách může barevný dataprojektor, který je součástí kompletu tabule, zároveň efektivně posloužit k demonstraci některých vlastností barevných zařízení zmíněných v kapitole o barevném rozsahu.

Na čelní pozici vývoje softwarových aplikací pro interaktivní dotykové tabule je v rámci České republiky Nakladatelství Fraus. Vzhledem k tomu, že jsem dlouholetým zaměstnancem tohoto nakladatelství a na vzniku a vývoji konceptu interaktivních učebnic určených pro použití na dotykových tabulích jsem se úzce podílel, stanovil jsem si jako jeden z dílčích cílů zpracování výukové lekce ve formátu i-učebnice Nakladatelství Fraus. Multimediální výuková lekce bude do tohoto formátu zpracována pomocí softwarového autorského nástroje FlexiBook Composer Nakladatelství Fraus. Dalším dílčím cílem je zpracování tohoto výukového tématu i v jiných obecnějších softwarových formátech, jejichž volba vyplyne ze závěrů výzkumu, jak jsem již uvedl výše.

3 Současný stav řešené problematiky

3.1 Využití interaktivních dotykových tabulí ve výuce

3.1.1 Odborné články k využití interaktivních dotykových tabulí

Součástí přípravy výzkumu využití interaktivních dotykových tabulí ve výuce v České republice je rovněž ověření, zda podobnou problematiku již někdo neřešil. Pokusím se to zjistit nejprve analýzou databází některých zdrojů vědeckých publikací, článků ze sborníků a odborných časopisů. Budu vyhledávat články týkající se pojmu interaktivní dotyková tabule, případně ještě v kombinaci s pojmem výuka.

Použiji následující jednoduchou metodiku, budu vyhledávat články pomocí následujících klíčových slov – interaktivní dotyková tabule, výuka, základní škola; anglicky interactive whiteboard, education, primary school. Pokud bude rozsah výsledků vyhledávání příliš velký, tj. větší než řádově desítky výsledků, pokusím se zúžit vyhledávací dotaz např. specifikací prohledávaných základních témat nebo zaměření zdrojů článků. Dostanu-li se zúžením vyhledávacího dotazu k jednotkám nebo desítkám relevantních výsledků, podrobím tyto výsledky jednotlivě zkoumání, zda odpovídají požadavkům.

Mezi prohledávané celosvětové databáze odborných článků zařazuji tyto zdroje:

- Scopus (www.scopus.com),
- ScienceDirect (www.sciencedirect.com),
- Web of Science (isiknowledge.com/),
- JStor (www.jstor.org/),
- Google Scholar (scholar.google.com).

Právě tyto zdroje jsem zvolil, protože k nim má Západočeská univerzita v Plzni povolený přístup pro své studenty a zaměstnance, případně jsou to zdroje volné a bezplatné.

V dalším popíši v přehledných tabulkách postup a výsledek prohledávání jednotlivých databází odborných článků.

Scopus (www.scopus.com)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
interactive whiteboard, education	název, abstrakt, klíčová slova	žádné	180	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
interactive whiteboard, education, primary school	název, abstrakt, klíčová slova	žádné	25	články podrobeny zkoumání – 7 potenciálně zajímavých článků uvedeno pod tabulkou včetně jejich charakteristiky

Tab. 3.1: Výsledky prohledávání databáze Scopus

Jako výsledek prohledávání databáze Scopus bylo nalezeno těchto sedm odborných článků, které jsou tematicky příbuzné problematice řešené v této disertační práci. Uvádím vždy bibliografický záznam článku a jeho stručné hodnocení.

- BADILLA QUINTANA, M. G. Teacher uses and perceptions of interactive whiteboard incorporation in Spanish Classrooms. *Ubiquitous Learning*. Volume 4, Issue 2, 2012, Pages 69–79.

Uvedený článek se týká používání interaktivních dotykových tabulí na základních školách v Katalánsku ve Španělsku. Zkoumá, jak používat interaktivní tabule ve výuce, jak integrovat tuto novou technologii do běžné výuky. Podle článku učitelé vesměs požadují více času na přípravu a tvorbu didaktických materiálů než při běžné výuce. Existuje zřejmá souvislost mezi používáním tabulí ve třídách a posílením motivace žáků a zvýšením jejich pozornosti při výuce. Údaje byly získávány prostřednictvím systematického pozorování a formou dotazníků cílených na učitele.

- MAHER, D. Teaching Literacy in Primary Schools Using an Interactive Whole-class Technology: Facilitating Student-to-Student Whole-Class Dialogic Interactions. *Technology, Pedagogy and Education*. Volume 21, Issue 1, March 2012, Pages 137–152.

Článek popisuje výzkum týkající se využití interaktivních technologií na základních školách v Novém Jižním Walesu v Austrálii. Výsledky výzkumu ukazují, že použití interaktivních dotykových tabulí může v procesu učení zlepšit interakci mezi studenty a učitelem i mezi studenty navzájem.

- NORTHCOTE, M., MILDENHALL, P., MARSHALL, L., SWAN, P. Interactive whiteboards: Interactive or just whiteboards? *Australasian Journal of Educational Technology*. Volume 26, Issue 4, 2010, Pages 494–510.

Uvedený článek informuje o závěrech australského výzkumného projektu, na kterém spolupracovali univerzitní lektori, učitelé a ředitelé základních škol a vzdělávací konzultanti. Vědci měli tři hlavní cíle – zkoumat různé způsoby užití interaktivních tabulí na základních školách, sdílet získané poznatky a odborné znalosti týkající se používání dotykových tabulí a dokumentovat aktuální praxi učitelů při použití těchto tabulí. Informace byly získávány formou rozhovoru s vyučujícími a pozorováním výuky v jednotlivých třídách.

- SAHIN, Y. G., BAL, G., MISIRLI, G., ORHAN, N., YUCEL, K. Teachers' expectations from computer technology and interactive whiteboard: A survey. In *ICETC 2010 – 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*. Volume 3, 2010, Article number 5529573, Pages V3153–V3157.

Tato studie zkoumala úroveň technologických nástrojů typu interaktivních dotykových tabulí ve školách, jejich užití ve výuce a očekávání učitelů ve vztahu k technologii tabulí. Formou dotazníkového průzkumu bylo osloveno více než 500 učitelů na základních a středních školách v Turecku. Výsledky z roku 2010 ukázaly na překvapivě malé procento využívání interaktivních tabulí ve výuce. Zatímco cca 75 % účastníků používalo technologické nástroje jako projekční techniku, vzdělávací software a počítače, pouze 37 % dotazovaných užívalo systémy interaktivních tabulí a jen 27 % bylo aktivními uživateli tabulí.

- WARWICK, P., MERCER, N., KERSHNER, R., STAARMAN, J. K. In the mind and in the technology: The vicarious presence of the teacher in pupil's learning of science in collaborative group activity at the interactive whiteboard. *Computers and Education*. Volume 55, Issue 1, August 2010, Pages 350–362.

Výzkum popsaný v uvedeném článku se zabývá používáním interaktivních dotykových tabulí žáky základních škol ve věku 8 až 10 let ve Velké Británii. Výzkum se zajímá o to, jaká je role učitele při práci žáků na interaktivní tabuli, jak ovlivňuje použití tabule chování žáků. Interaktivní tabule může dle závěrů tohoto výzkumu poskytovat nástroje i prostředí, které podporují vytvoření prostoru pro dialog, který významně posiluje proces budování nových znalostí. Toto však může probíhat pouze tam, kde je aktivní podpora spolupráce ze strany učitele, kde je učitel schopen vymyslet adekvátní úkoly pro podporu aktivního učení žáků.

- KEARNEY, M., SCHUCK, S. Exploring pedagogy with interactive whiteboards in Australian schools. *Australian Educational Computing*. Volume 23, Issue 1, June 2008, Pages 8–14.

Tento výzkumný projekt zkoumal použití interaktivních tabulí v základním vzdělávání na australských školách. Poskytuje pohled na činnosti, přístupy, role a názory studentů i učitelů. Hlavní důraz byl kladen na interakci mezi novou technologií, pedagogikou a sociálními podmínkami ve třídě.

- HALL, I., HIGGINS, S. Primary school students' perceptions of interactive whiteboards. *Journal of Computer Assisted Learning*. Volume 21, Issue 2, April 2005, Pages 102–117.

Práce pojednává o šetření směřovaném na žáky základních škol ve Velké Británii a jejich vztahu k interaktivní dotykovým tabulím. Výzkum probíhal formou skupinových rozhovorů se žáky ve věku 10 a 11 let. Žáci byli nadšeni vlastnostmi interaktivních dotykových tabulí, jejich univerzálností, multimediálními schopnostmi. Také zdůrazňovali, že užití tabulí přineslo do výuky zábavu a potěšení. Upozorňovali však také na technické problémy a na nedokonalé proškolení žáků i učitelů k užívání této nové technologie.

ScienceDirect (www.sciencedirect.com)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
interactive whiteboard, education	všechna dostupná pole	žádné	706	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
interactive whiteboard, education, primary school	všechna dostupná pole	žádné	323	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
interactive whiteboard, education, primary school	všechna dostupná pole	teacher, interactive whiteboard, educational technology	21	články podrobeny zkoumání – 2 potenciálně zajímavé články uvedeny pod tabulkou včetně jejich charakteristiky

Tab. 3.2: Výsledky prohledávání databáze ScienceDirect

- SLAY, H., SIEBÖRGER, I., HODGKINSON-WILLIAMS, C. Interactive whiteboards: Real beauty or just “lipstick”? *Computers & Education*. Volume 51, Issue 3, November 2008, Pages 1321–1341.

Uvedený článek se zabývá využitím technologie interaktivních dotykových tabulí na základních školách v Jižní Africe. Zkoumá využití tabulí na třech státních školách, poukazuje na nadšení žáků i učitelů z nové technologie „velké obrazovky“ a na její multimediální možnosti. Také ale zmiňuje obavy z nedostatečné ICT gramotnosti učitelů i žáků. Alternativou je též používání notebooku a dataprojektoru. Článek zmiňuje, že zavádění nových technologií nemůže být skokové, ale vývoj musí být postupný, aby se úroveň učitelů i žáků vyrovnala se změnami reality.

- MANĚNOVÁ, M., ŽEMBOVÁ, N. Analysis of Lessons using Interactive Whiteboard focused on Pedagogical Interaction and Communication. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. Volume 69, 24 December 2012, Pages 1719–1728.

Príspevek je zaměřen na zkoumání komunikace a interakce mezi učitelem a žákem pomocí metody FIAS. Cílem zájmu je výuka při použití interaktivních dotykových tabulí. Výzkumnice dospívají k názoru, že výuka pomocí interaktivních tabulí zvyšuje motivaci

žáků, že umožňuje virtuální experimenty a simulace apod. Žáci rádi pracují s touto novou technologií a těší se na takový způsob výuky.

Web of Science (isiknowledge.com/)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
interactive whiteboard, education	téma, název	žádné	118	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
interactive whiteboard, education, primary school	téma, název	žádné	22	články podrobeny zkoumání – 2 nové potenciálně zajímavé články uvedeny pod tabulkou včetně jejich charakteristiky (další články z tohoto vyhledávání již byly uvedeny výše)

Tab. 3.3: Výsledky prohledávání databáze Web of Science

- SEROW, P., CALLINGHAM, R. Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom. *Technology Pedagogy and Education*. Volume: 20, Issue: 2, July 2011. Pages: 161–173.

Uvedený článek prezentuje výsledky projektu, který se týká implementace technologie interaktivních dotykových tabulí ve třech matematických třídách základních škol. Studie analyzuje učební strategie přijaté učiteli používajícími zmíněnou novou technologii. Článek zmiňuje specifika užívání interaktivních tabulí při výuce matematiky na základní škole.

- SLAY, H., SIEBORGER, I., HODGKINSON-WILLIAMS, C. The use of interactive whiteboards to support the creation, capture and sharing of knowledge in South African schools. *Learning to Live in the Knowledge Society*. 2008. Pages: 19–26

Práce ukazuje, jak se používají interaktivní dotykové tabule na podporu dynamického vytváření a sdílení znalostí na základních a středních školách v Jižní Africe. Podává zprávu o studii proveditelnosti prováděné pod záštitou ministerstva školství zabývající se

výhodami a nevýhodami používání interaktivních tabulí ve třídách z pohledu učitelů i studentů. Studie ukazuje, že interaktivní dotykové tabule mají potenciál být přínosem pro výuku v Jižní Africe. Jedná se o nové médium, jehož prostřednictvím mohou být vytvářeny, zachycovány a sdíleny znalosti.

JStor (www.jstor.org/)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
interactive whiteboard, education	téma, název, hlavička	žádné	0	
interactive whiteboard, education, primary school	téma, název, hlavička	žádné	0	

Tab. 3.4: Výsledky prohledávání databáze JStor

Google Scholar (scholar.google.com)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
interactive whiteboard, education	název	žádné	32	články podrobeny zkoumání – žádné relevantní články
interactive whiteboard, education, primary school	název	žádné	0	

Tab. 3.5: Výsledky prohledávání databáze Google Scholar

Výše uvedená analýza výskytu odborných článků popisujících a mapujících způsoby použití interaktivních dotykových tabulí na základních školách dává dobrý přehled v tom,

že se problematikou tohoto nového didaktického prostředku zabývá řada výzkumníků. Některé ze zmíněných článků obsahují obdobné výzkumy, jaký plánuji ve své doktorské práci, další články přistupují k problematice jiným způsobem, přesto jsou jejich závěry zajímavé. Ve většině případů dospívají autoři článků a výzkumů k závěru, že používání interaktivních tabulí je pro výuku přínosem. Neopomínají však zmínit i nevýhody interaktivních tabulí, kterými jsou nejčastěji malá proškolenost učitelů i žáků při používání tohoto výukového prostředku a technické problémy při běžném používání tabule.

Mezi zmiňované články jsem zařadil i jeden článek českých autorek Martiny Maněnové a Nikoly Žembové z Pedagogické fakulty Univerzity v Hradci Králové. Autorky popisují výzkumný projekt zaměřený na výuku za pomoci interaktivních dotykových tabulí, zajímá je zejména interakce žáka a učitele při užití tohoto výukového prostředku. Svůj výzkum realizují pozorováním v konkrétních reálných hodinách při výuce za pomoci tabulí. Tím je jejich výzkum významně odlišný od mnou zamýšleného a plánovaného dotazníkového průzkumu.

Další mnou uváděné články se týkají výuky v různých zemích světa, tj. také v různých školských systémech. Popisují výuku ve Španělsku, Jižní Africe, Velké Británii, Austrálii i jinde. Poznatky získané v těchto zemích jsou bezesporu zajímavé, ale nemohou být vesměs použity v českých podmínkách bez jisté transformace na naši domácí realitu.

3.1.2 Internetové zdroje k využití interaktivních dotykových tabulí

Mimo databází odborných vědeckých článků, jejichž analýzu jsem zmínil v minulé kapitole, jsem provedl ještě vyhledávání specifických klíčových slov přímo na internetu prostřednictvím služby Google. Vzhledem k rozsáhlosti internetových zdrojů jsem se v tomto případě omezil na česká klíčová slova a na vyhledávání v českém jazykovém prostředí. Zvolil jsem klíčová slova „interaktivní tabule výzkum“ a podrobil zkoumání na relevanci prvních pět stran výsledků vyhledávání. Téma týkající se interaktivních dotykových tabulí a jejich užití ve výuce je v současnosti poměrně dost frekventované. Spolu se zaváděním této technologie plošně do českých škol se objevují metodické materiály i úvahy nad efektivitou tohoto didaktického prostředku. Za nejzajímavější považuji následující, na českém internetu nalezené zdroje:

- DUFEK, Ondřej. *Interaktivní tabule ve výuce fyziky: diplomová práce*. [online] Brno: Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, Katedra fyziky, 2011. [cit. 2014-06-01]. 67 l., 13 l. příl. Vedoucí diplomové práce Mgr. Renáta Bednářová. Dostupné z URL <http://is.muni.cz/th/174422/pedf_m/diplomova_prace.pdf>.

Diplomová práce „Interaktivní tabule ve výuce fyziky“ se zabývá používáním interaktivní tabule v jednotlivých fázích výuky fyziky na základní škole. Cílem práce je zpracování vybraných témat z učiva fyziky, která jsou použitelná při výuce s interaktivní tabulí. Součástí práce je také návod na zpracování výukových materiálů v programech MS PowerPoint a SmartNotebook. Práce se také opírá o pedagogický výzkum, který byl proveden formou dotazníku.

Nejzajímavější částí této diplomové práce je z mého pohledu dotazníkové šetření. Některé otázky dotazníku jsou obdobné otázkám v dotazníku, který je součástí této mé disertační práce. Nabízí se tedy možnost srovnání stavu vybavenosti základních škol v České republice interaktivními dotykovými tabulemi v roce 2011 a o dva roky později v roce 2013. Některé výsledky tohoto srovnání uvádím v kapitole s výsledky svého pedagogického výzkumu.

- HUČÍN, J., KAŠPAROVÁ, V. *Využívání ICT při výuce – interaktivní tabule*. [online]. Praha: Dictum, 2009. [cit. 2013-06-01]. Dostupné z URL <<http://www.tydenik-skolstvi.cz/archiv-cisel/2009/26/vyuzivani-ict-pri-vyuce-interaktivni-tabule-dokonceni/>>.

Článek popisuje sérii rychlých šetření realizovaných v roce 2009 a zaměřených na vybavenost a využívání ICT v základních, středních a vyšších odborných školách v České republice. Zvláště bylo sledováno používání interaktivních dotykových tabulí a jsou zde uvedeny základní výsledky.

- NEUMAJER, O. *Strategické desatero ředitele k interaktivním tabulím*. [online]. Praha: AV Media, 2012. [cit. 2013-06-01]. Dostupné z URL <<http://www.veskole.cz/clanky/strategicke-desatero-reditele-k-interaktivnim-tabulim>>.

Cílem tohoto dokumentu je shrnout ty nejdůležitější zásady a postupy, které se osvědčily při zavádění a používání interaktivních tabulí. Jsou určeny pro ředitele škol a další vedoucí pracovníky regionálního školství, kteří svědomitě zvažují kroky, kterými mohou měnit svoji školu a celé české školství. Kromě deseti nejdůležitějších bodů mohou

zájemci v sekci Citace dohledat odkazy na on-line zdroje a literaturu, kde se dočtou detailnější zkušenosti a další informace.

Díky nashromážděným zkušenostem mnoha učitelů, které se podařilo zapojit do pedagogického výzkumu, je relativně dobře zmapováno, jaké strategie vedou k účelnému a úspěšnému využívání interaktivních tabulí. Z různě publikovaných příkladů dobré praxe lze získat mnoho dalších zkušeností, které pomohou zformulovat hlavní doporučení pro učitele.

- SRNSKÁ, Z. *Co říkají výzkumy a statistiky o vybavení ICT v základních školách?* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2010. [cit. 2013-06-01]. Dostupné z URL <http://www.pedagogika-brno.cz/seminarky/Srnska_vyzkumy.pdf>

Tématem uvedené seminární práce je oblast, která se zabývá vybaveností informačními a komunikačními technologiemi (ICT) na základních školách České republiky. Dále je práce zaměřena na mezinárodní srovnání naší republiky se státy evropské unie a v neposlední řadě na kroky, které dělá náš stát pro rozšíření ICT na školách.

Jako zdroje pro čerpání informací byly použity zpráva České školní inspekce, dále pak statistiky z Českého statistického úřadu a v neposlední řadě webové stránky Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy.

Práce mi poslouží jako další podpůrný materiál pro srovnání stavu v roce 2009–2010 a v letošním roce 2013. Některé výsledky tohoto srovnání opět uvádím v kapitole s výsledky svého pedagogického výzkumu.

- BANNISTEROVÁ, D. a kol. *Jak nejlépe využít interaktivní tabuli.* [online] Brussels: European Schoolnet, 2010. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z URL <http://moe.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=f44dab6b-6a5c-4aba-8949-eda634b3c56d&groupId=10620>

Pracovní skupina Interactive Whiteboard Working Group (IWB WG), která působí v rámci organizace European Schoolnet, je iniciativou evropských ministerstev školství. Ministerstva v této skupině sdílí narůstající zkušenosti s využíváním interaktivních tabulí ve školách a rozvíjí tím své národní strategie v oblasti informačních a komunikačních technologií (ICT). Na evropské úrovni se pracovní skupina zaměřuje především na klíčovou otázku univerzálního formátu učebních materiálů, který je využitelný pro

všechny typy interaktivních tabulí. Univerzální formát je zásadní podmínkou úspěšného zapojení interaktivních tabulí do výuky.

Na základě příkladů dobré praxe vytvořila pracovní skupina IWB WG devět případových studií o využívání interaktivních tabulí v několika evropských zemích. V červnu 2010 vydala skupina dokument *Guidelines for Effective Schools/Classroom Use of IWBs* (Efektivní využívání interaktivních tabulí ve školách/třídách). Příručka *Jak nejlépe využít interaktivní tabuli*, kterou z pověření IWB WG vytvořila University of Wolverhampton (UK), představuje její zkrácenou verzi.

- REVENDA, V. *Trendy využívání ICT ve školách*. [online] Praha, 2010. [cit. 2013-06-01]. Dostupný z URL <<http://www.hnedulkov.cz/hnedulkov/text/et/index.htm>>.

Jedná se o zajímavý odborný článek autora Václava Revendy publikovaný na jeho soukromých webových stránkách. Autor se v něm zabývá současnými trendy ve využívání informačních a komunikačních technologií na školách v České republice i obecně. Jako první fenomén ICT technologií vyzdvihuje interaktivitu, kterou demonstruje typicky na technologii interaktivních dotykových tabulí.

V článku jsou mimo nejrozšířenější technologii interaktivních tabulí zmíněny i další interaktivní technologie, např. interaktivní stůl, hlasovací zařízení, měřicí systémy Pasco, interaktivní snímače a další.

- BRDIČKA, B. *ICT ve vzdělávání 2013 – nový průzkum Evropské komise*. [online]. Praha: EDUin, 2013. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z URL <<http://ceskomluvi.cz/ict-ve-vzdelavani-2013-novy-pruzkum-evropske-komise/>>.

Článek uvádí přehledovou informaci ohledně výsledků prestižního výzkumu o využití vzdělávacích technologií ve všech státech EU, který realizovala Evropská komise. Výzkum byl zahájen „slepým“ (tj. náhodným) výběrem respondentů. Vzápětí však byl tento postup vedoucí k vysoké validitě výsledků znehodnocen poměrně dost významným množstvím škol, které, ač vybrány, o účast neměly zájem. Sebraná data byla strukturována do 4 částí (klastřů) – infrastruktura, využití ICT, příprava učitelů a politika. Školy byly rozděleny do 4 kategorií (4. ročník, 8. ročník, 11. ročník všeobecné studium a 11. ročník odborné studium). Pro účely mé práce jsou nejzajímavější výsledky pro 2. stupeň základní školy, tj. zde pro 8. ročník.

- KROTKÝ, J. *Interaktivní výuka v kontextu nových zařízení a pomůcek*. [online] Plzeň: Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, 2012. [cit. 2013-06-03]. Dostupné z URL <<http://www.cdmvt.cz/node/306>>.

Článek se zabývá interaktivní a multimediální výukou v pedagogické teorii i pedagogické praxi. Jedním z cílů takové výuky je podle autora zatraktivnit a zefektivnit dnešní proces výuky a nabídnout žákům nové možnosti, aby se tak mohli aktivně zapojit do získávání uplatnitelných vědomostí a dovedností. Snaží se též zvýšit zájem o přírodovědné obory. Článek rekapituluje výsledky různých výzkumů z posledních let, které se dotýkají uvedeného tématu.

- NEUMAJER, O. *Mýty a mylnosti o ICT ve vzdělávání*. [online] Praha: KVIC, 2012. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z URL <<http://ondrej.neumajer.cz/?item=myty-a-mylnosti-o-ict-ve-vzdelavani>>

Zajímavý článek na soukromých webových stránkách autora konstatuje, že problematika využívání informačních a komunikačních technologií (ICT) v učení a ve vzdělávání je stejně jako jiné obory lidské činnosti opředená mnoha mýty. Autor nejprve uvádí výčet těchto mýtů a v následujícím se je pokouší vyvrátit. Jeden z mýtů: „Interaktivní tabule přinášejí do třídy interaktivní výuku, brzy nahradí tradiční tabule.“ se týká bezprostředně výuky za pomoci interaktivních dotykových tabulí.

- *Vzdělání21 – Hodnocení projektu*. [online] Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2012. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z URL <<http://www.vzdelani21.cz/hodnoceni-projektu/>>.

Odborný garant projektu – Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy – realizuje výzkumné šetření a analýzu výuky s cílem ověřit možnosti a úskalí zapojení moderních informačních technologií na českých školách. Výsledkem dlouhodobého výzkumu odborného garanta by měly být zejména příklady dobré praxe efektivního zapojení informačních technologií do výuky na základních, případně i dalších školách.

Od září 2009 probíhá výzkum vždy ve dvou paralelních třídách šestých ročníků na třech pilotních školách. Jedna ze sledovaných tříd v každé škole pracuje v plně digitálním prostředí, žáci a učitelé mají k dispozici osobní notebooky, elektronické učebnice a interaktivní tabule. Druhá ze tříd je vybavena standardně, využívá interaktivní tabule. Výzkumná činnost odborného garanta projektu se bude realizovat až do devátých ročníků zapojených základních škol. Uvedená webová stránka shrnuje jednotlivé zprávy z hodnocení projektu.

3.2 Pojem mezipředmětová výuka v pedagogické teorii

3.2.1 Mezipředmětová výuka ve vzdělávacích dokumentech

Jedním z cílů mé disertační práce je sestavení mezipředmětového výukového tématu v podobě multimediální výukové lekce určené primárně pro prezentaci prostřednictvím interaktivních dotykových tabulí. Mezipředmětová výuka je dnes silně akcentována jak oficiálními vzdělávacími dokumenty, jejichž základním představitelem je Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2010), který doslovně formuluje následující: *„Z jednoho vzdělávacího oboru může být vytvořen jeden vyučovací předmět nebo více vyučovacích předmětů, případně může vyučovací předmět vzniknout integrací vzdělávacího obsahu více vzdělávacích oborů (integrováný vyučovací předmět). RVP ZV umožňuje propojení (integraci) vzdělávacího obsahu na úrovni témat, tematických okruhů, případně vzdělávacích oborů. Integrace vzdělávacího obsahu musí respektovat logiku výstavby jednotlivých vzdělávacích oborů. Základní podmínkou funkční integrace je kvalifikovaný učitel.“* (RVP ZV, 2010, s. 18–19) Zde uvedenou citaci jsem již jednou použil v úvodu práce, je ale stěžejním východiskem mezipředmětové výuky z pohledu RVP ZV, a proto ji uvádím opakovaně.

RVP ZV podporuje tedy jednoznačně mezipředmětovou výuku a významnou integraci vzdělávacích oborů (vyučovacích předmětů). V některých pasážích tohoto dokumentu je používáno synonymické označení nadpředmětová výuka, nadpředmětový přístup, viz např. zde: *„Záměrem je, aby učitelé ... posilovali nadpředmětový přístup ke vzdělávání.“* (RVP ZV, 2010, s. 19)

RVP ZV definuje konkrétní výukový obsah jednotlivých vzdělávacích oborů, který musím analyzovat, abych se dověděl, na jaké pasáže můžeme s výukovým tématem Barvy kolem nás navázat. Tato podrobná analýza je však obsahem až jedné z dalších kapitol této práce.

3.2.2 Mezipředmětová výuka v pedagogické teorii

V současném světě, který obsahuje exponenciálně rostoucí množství vědeckých poznatků a bouřlivě se rozvíjející komunikační „dálnici“ v podobě internetu, je nutno klást velký význam na provázanost a vzájemnou souvislost získaných poznatků a vědomostí. Aktuálně není možné podržet si v paměti jednotlivce všechny dostupné důležité informace pro život. Součástí výsledků vzdělávání musí být mimo jiné schopnost umět dobře definovat vztahy a souvislosti mezi poznatky z různých oborů, protože

mezioborové vztahy mezi jednotlivými informacemi či útržky informací slouží k efektivnějšímu vyhledávání dalších informací a k výrazně lepší orientaci v „záplavě“ dostupných vědomostí.

Ve školské praxi je tento trend reflektován mezipředmětovou výukou, integrovanými vyučovacími předměty, výchovně vzdělávacími projekty a obecně projektovou výukou jako takovou. Jak bylo již zmíněno výše, je tento trend zahrnut i v závazných vzdělávacích kurikulárních dokumentech České republiky, RVP ZV. Mezipředmětové výuce se přirozeně věnují i vědecké pedagogické a didaktické práce. Velmi dobře charakterizuje současnou výuku a její specifické potřeby např. D. Čábalová ve své *Pedagogice: „Zatímco 20. století bylo stoletím techniky a strojů, 21. století je stoletím člověka a jeho kreativity, ke které neodmyslitelně patří hodnota informací, znalostí, dovedností a postojů, nových požadavků na výchovu.“* (Čábalová, 2011, s. 59)

Do popředí vzdělávacího procesu se mimo jiné dostávají otázky interkulturního vzdělávání, informačních a komunikačních technologií nejen v úzce chápaných souvislostech „výuky práce s PC“, ale opravdu informačních technologií ve smyslu práce s informacemi, jejich třídění, katalogizace, vyhledávání, uskladňování, selektivního odstraňování. Přitom nástrojem k těmto činnostem může být osobní počítač, ale může jím být i naše hlava, centrum lidského myšlení.

Zcela obecně se pro novou výuku třetího tisíciletí zavádí v pedagogické literatuře pojem „globální výchova“. Ta využívá řadu výchovných a vzdělávacích postupů, mezi které patří např. důraz na kooperaci, využití zkušenostního a činnostního učení, integrace ve smyslu výchovných a vzdělávacích obsahů a poznání a mnoho dalších (Čábalová, 2011, s. 62).

Právě integrace výchovných a vzdělávacích obsahů bezprostředně souvisí s tvorbou mezipředmětového obsahu výuky. V naší republice není běžně užívané používání integrovaných vyučovacích předmětů v rámci výuky, integrace a mezipředmětové vazby mezi poznatky jednotlivých standardních vyučovacích předmětů se vesměs řeší formou zařazování mezipředmětových vztahů do výuky konkrétního předmětu. Tento postup označujeme jako infuse. Spočívá v doplnění prvků globální výchovy do předmětů, oblastí a témat stávajícího kurikula. Rozšířená je také mezipředmětová projektová výuka, případně samostatná mezipředmětová témata, obojí zařazováním jednorázových samostatných učebních bloků mimo standardní výuku. Integrace, jakožto chápání světa jako systému a učení v mezipředmětových souvislostech a ve vzájemných vztazích, má přirozeně své výhody i nevýhody. Výhody jsou zcela zřejmé, u žáků se rozvíjí schopnost

chápat vztahy a propojenost mezi jevy a problémy, učivo ve společných tématech chápou mezioborově a mezipředmětově. Naopak nevýhodami integrace může být časová náročnost a nároky na tvořivost a energii potřebné k realizaci nových postupů, pomůcek a vytvoření nových specifických učebních materiálů. Dalšími nevýhodami může být, že integrace vesměs vyžaduje týmovou spolupráci všech vyučujících participujících na výuce předmětů zahrnutých do integrace a případně může dojít k jisté míře odmítání, ať už ze strany žáků, rodičů či úřadů (Čábalová, 2011, s. 64).

Nutnost zařazování mezipředmětových vztahů a souvislostí do výuky zmiňuje též J. Skalková ve své Obecné didaktice. Uvádí, že toto zdůrazňuje již O. Chlup v 50. letech 20. století (Skalková, 1999, s. 65). Zařazování mezipředmětových vztahů má překonávat poznatkovou roztržitost a poznatkový encyklopedismus. Již zmíněný bouřlivý rozvoj vědy a techniky v poslední době, vedoucí ke zvyšování množství poznatků potenciálně určených k zařazení do vzdělávacího obsahu, generuje neustálý tlak na růst počtu předmětů nebo navyšování objemu učiva v jednotlivých předmětech, což opět vede k poznatkové roztržitosti. I proto je nutno ve výuce podporovat směry, myšlenky a metody vedoucí k integraci poznatků, k mezipředmětovému přístupu ke vzdělání.

V současné době jsou integrační procesy výrazně podporovány i rozvojem moderní vědy, jejími snahami o systémový přístup a syntézu poznání. Za krajní formy se považují interdisciplinární programy a integrované dny, kdy se už zcela odstraňují hranice mezi předměty (Skalková, 1999, s. 78–79).

3.2.3 Projektová a tematická výuka v pedagogické teorii

Dalšími možnými přístupy ke konstrukci obsahu učiva jsou projektová či tematická výuka nebo modulové uspořádání učiva. Projektová výuka je v dnešní době velmi populární. Prakticky všechny integrační či mezipředmětové činnosti jsou často na školách vyučujícími a vedením těchto institucí označovány jako projekty či projektové dny. Tento způsob výuky je totiž podporován i dokumenty Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy. Není pochyb, že tento způsob výuky je pro žáky výrazně aktivizující a jeho zařazování mezi běžné formy výuky je pro celkovou činnost žáků a celé třídy jistě přínosem. Je však nutno dopředu jasně říci, co je a co není projektem. Pro tyto potřeby použijí definici uvedenou v titulu autorek Tomková, Kašová, Dvořáková: Učíme v projektech:

„Projektové vyučování zahrnuje teoretické i praktické činnosti, které směřují ke konečnému produktu. Jeho základními znaky jsou:

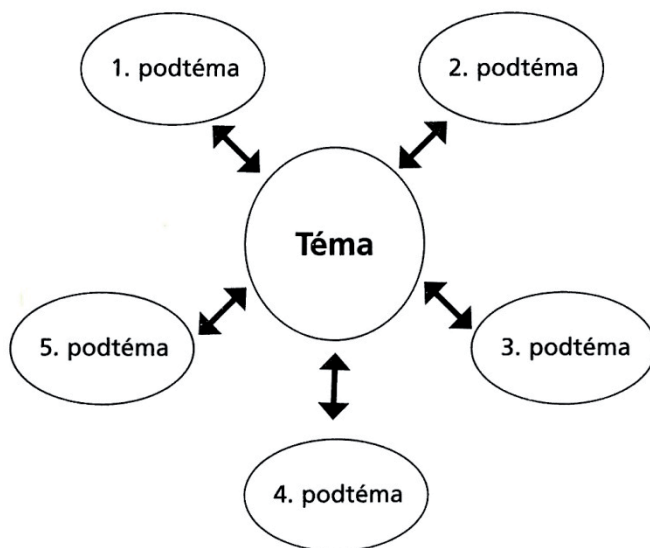
- *odpovědnost za vlastní učení,*
- *samostatné objevování poznatků,*
- *žákovo úsilí o dosažení cíle (produktu).*

Produkt dává práci smysl, motivuje žáka k činnosti a řídí její průběh. Obsahovým základem projektu je téma ze života, které přirozeně sdružuje poznatky z jiných oborů. Projekt se obvykle řeší v delším časovém úseku – projektovém dnu, projektovém týdnu nebo v průběhu školního roku. Projekt žák může řešit individuálně (...), nebo jej žáci mohou řešit společně ve skupinách. Některé projekty jsou vhodné pro skupiny složené z žáků z různých ročníků.“ (Tomková, Kašová, Dvořáková, 2009)

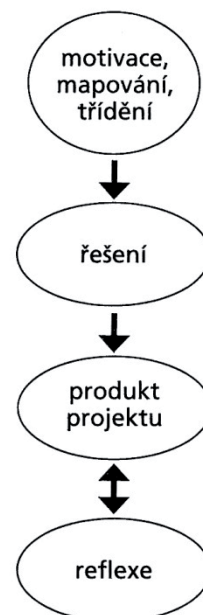
V jiných titulech zabývajících se teorií a praxí projektového vyučování (Coufalová, 2006) jsem našel mírně odlišné definice, všechny se však shodují v jednom – projekt je charakteristický samostatnou prací žáka nebo žáků a činnost v rámci projektu směřuje k nějakému finálnímu produktu.

Proto je nutno cíleně rozlišovat mezi projektovou výukou a tematickou výukou. Také v již citovaném titulu (Tomková, Kašová, Dvořáková, 2009) je tematická výuka zmíněna a rozdíl mezi tematickou a projektovou výukou je zde komentován: *„Rozlišujeme mezi tematickým a projektovým vyučováním. Tematické vyučování vychází z určeného tématu, které může obsahově integrovat různé vyučovací předměty. Ústřední téma je v centru zájmu a vycházejí z něj různá podtémata, která se mohou uskutečňovat i v jednotlivých předmětech. ... Projektové vyučování je úkolem žáka, za který přebírá plnou odpovědnost, přímo, logicky a systematicky směřuje od motivace, mapování a třídění přes řešení ke konkrétnímu produktu. Produkt určuje celkový proces a závěrečný výsledek.“* Rozdílnost koncepce tematické výuky a projektové výuky je možno vyjádřit pomocí následujícího schématu převzatého z téhož titulu:

Tematická výuka



Projekt



Obr. 3.1: tematická výuka × projekt (Tomková, Kašová, Dvořáková, 2009)

Je vhodné vést v patrnosti fakt, že v současnosti je jakýkoli alespoň trochu příbuzný a obdobný způsob výuky často jako projektový označován. Tento fakt patrně souvisí s tím, co bylo již zmíněno výše, a to, že pojem projekt a projekty a vše, co s nimi souvisí, je dnes ve školství velice „módní“, a cokoli je označeno jako projektová výuka, má výrazně větší šanci na schválení vedením školy a na jeho podporu. Proto lze pod pojmem projekt nalézt široké spektrum nejrůznějších aktivit. V rámci této práce se však přidržím stávající definice projektové výuky uvedené výše a mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentaci žákům nebudu jako projekt označovat.

Integraci učiva podporuje rovněž modulové neboli blokové uspořádání učiva. Přitom se však snaží překonávat nedostatky jak standardního předmětového, tak nedostatky projektového uspořádání. Moduly jsou samostatné jednotky vytvářející určitou stavebnici, z níž je možné zkonstruovat celý učební plán. Umožňují kombinovat části učiva podle specifických potřeb. Pro potřeby této práce je možné chápat celé mezipředmětové výukové téma jako jeden takový modul, který je možno zařadit do výuky jiného předmětu. Dále ale tato koncepce či model neposlouží.

3.3 Multimediální lekce zaměřená na barvy

3.3.1 Odborné články k multimediální lekci zaměřené na barvy

Součástí přípravy mezipředmětového výukového tématu je rovněž ověření, zda podobnou problematiku již někdo neřešil. Pokusím se to zjistit analýzou databází některých zdrojů vědeckých publikací, článků ze sborníků a odborných časopisů. Budu vyhledávat články týkající se jednak objasňování a výskytu pojmu barva v běžné výuce, dále články týkající se vymezování souvislostí mezi fyzikálním popisem barvy a popisem barvy ve vyučovacím předmětu informatika a výpočetní technika a také články, které by byly zaměřeny na seznámení žáků na úrovni druhého stupně základní školy se základními kolorimetrickými pojmy, ať už formou mezipředmětového výukového tématu nebo libovolnou jinou formou.

Použiji následující jednoduchou metodiku. Budu vyhledávat články zaměřené na výuku týkající se barev, nauky o barvách a kolorimetrie, toto jsou naše klíčová slova – barva, nauka o barvách, kolorimetrie, výuka; anglicky color (US English), color science, colorimetry, education. Pokud bude rozsah výsledků vyhledávání příliš velký, tj. větší než řádově desítky výsledků, pokusím se zúžit vyhledávací dotaz např. specifikací prohledávaných základních témat nebo zaměření zdrojů článků. Dostanu-li se zúžením vyhledávacího dotazu k jednotkám nebo desítkám relevantních výsledků, podrobím tyto výsledky jednotlivě zkoumání, zda odpovídají požadavkům.

Mezi prohledávané celosvětové databáze odborných článků zařazuji tyto zdroje:

- Scopus (www.scopus.com),
- ScienceDirect (www.sciencedirect.com),
- Web of Science (isiknowledge.com/),
- JStor (www.jstor.org/),
- Google Scholar (scholar.google.com).

Právě tyto zdroje jsem zvolil, protože k nim má Západočeská univerzita v Plzni povolený přístup pro své studenty a zaměstnance, případně jsou to zdroje volné a bezplatné.

V dalším popíši v přehledných tabulkách postup a výsledek prohledávání jednotlivých databází odborných článků.

Scopus (www.scopus.com)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
color, education	název, abstrakt, klíčová slova	žádné	4 641	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	název, abstrakt, klíčová slova	žádné	19	je vhodné upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	název, abstrakt, klíčová slova	Physics and Astronomy, Computer Science	10	články podrobeny zkoumání – 2 potenciálně zajímavé články uvedeny pod tabulkou včetně jejich charakteristiky
colorimetry, education	název, abstrakt, klíčová slova	žádné	119	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
colorimetry, education	název, abstrakt, klíčová slova	Physics and Astronomy	16	články podrobeny zkoumání – 2 potenciálně zajímavé články, již nalezené, uvedeny pod tabulkou včetně jejich charakteristiky

Tab. 3.6: Výsledky prohledávání databáze Scopus

Jako výsledek prohledávání databáze Scopus byly nalezeny tyto dva odborné články, které by mohly být tematicky příbuzné problematice řešené v této disertační práci. Uvádím vždy bibliografický záznam článků a jejich stručné hodnocení.

- LÁNYI, C. S., KOSZTYÁN, Z., KRÁNICZ, B., SCHANDA, J., NAVVAB, M. Using multimedia interactive E-teaching in color science. In *LEUKOS – Journal of Illuminating Engineering Society of North America*. Volume 4, Issue 1, July 2007, s. 71–82.

Uvedený článek se týká výuky kolorimetrie pomocí elektronických výukových prostředků. Jedná se však o odbornou kolorimetrii, která není určena žákům na úrovni základní školy. Kolorimetrické poznatky nejsou svázány s výukou fyziky, informatiky

a výpočetní techniky a přírodopisu na základní škole. Problematika, o které pojednává článek, není srovnatelná s problematikou řešenou v mé práci.

- LÁNYI, C. S., SCHANDA, J. Using colour in multimedia applications (Conference Paper). In *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*. Volume 3409, 1998, s. 406–413.

Uvedený článek se týká výukové lekce kolorimetrie pro hypertextové a multimediální aplikace na CD-ROM. Tato výuková lekce je určena studentům informatiky, nikoli žákům druhého stupně základní školy, kolorimetrické poznatky nejsou svázány s výukou fyziky, informatiky a výpočetní techniky a přírodopisu na základní škole. Problematika, o které pojednává článek, rovněž není srovnatelná s problematikou řešenou v mé práci.

ScienceDirect (www.sciencedirect.com)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
color, education	všechna dostupná pole	žádné	135 324	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	všechna dostupná pole	žádné	255	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	všechna dostupná pole	computer science, color, computer graphics, color vision, color space	40	články podrobeny zkoumání – žádné relevantní články
colorimetry, education	všechna dostupná pole	žádné	1 549	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
colorimetry, education	všechna dostupná pole	scientific publishing, computer graphics	18	články podrobeny zkoumání – žádné relevantní články

Tab. 3.7: Výsledky prohledávání databáze ScienceDirect

Web of Science (isiknowledge.com/)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
color, education	téma, název	žádné	2 118	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	téma, název	žádné	7	články podrobeny zkoumání – žádné relevantní články
colorimetry, education	téma, název	žádné	5	články podrobeny zkoumání – 1 potenciálně zajímavý článek, již uvedený výše

Tab. 3.8: Výsledky prohledávání databáze Web of Science

JStor (www.jstor.org/)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
color, education	téma, název, hlavička	žádné	176	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	téma, název, hlavička	žádné	0	vzhledem k nulovému výsledku nutno prozkoumat všech 176 článků z prvního vyhledávání
colorimetry, education	téma, název, hlavička	žádné	0	vzhledem k nulovému výsledku nutno prozkoumat všech 176 článků z prvního vyhledávání
color, education	téma, název, hlavička	žádné	176	články podrobeny zkoumání – žádné relevantní články

Tab. 3.9: Výsledky prohledávání databáze JStor

Google Scholar (scholar.google.com)				
hledaná klíčová slova	prohledávaná pole	kritéria upřesňující prohledávání	počet výsledků hledání	závěr
color, education	název	žádné	294	nutno upřesnit kritéria – viz další řádky
color science, education	název	žádné	2	články podrobeny zkoumání – žádné relevantní články
colorimetry, education	název	žádné	0	

Tab. 3.10: Výsledky prohledávání databáze Google Scholar

Výsledky prohledávání databází odborných článků vedou k poměrně jednoznačnému závěru, že se v nich nenacházejí žádné články dotýkající se tématu výuky kolorimetrie, resp. kvalitativního objasnění pojmu barva na úrovni žáků druhého stupně základní školy s vazbami na stávající výukový obsah fyziky, informatiky a výpočetní techniky a přírodopisu. To by nasvědčovalo tomu, že se podobnou tematikou dosud cíleně nikdo nezabýval.

Pokud takové výukové lekce přesto existují, pak o nich jejich autoři nepublikovali články v dostatečně široce dostupných časopisech či sbornících prací. Proto se mi nabízí možnost pokusit se o publikaci odborného článku založeného na této disertační práci v některém renomovaném odborném časopise zaměřeném na výuku na základních školách.

3.3.2 Internetové zdroje k multimediální lekci zaměřené na barvy

Mimo databází odborných vědeckých článků, jejichž analýzu jsem zmínil v minulé kapitole, jsem opět provedl také vyhledávání specifických klíčových slov přímo na internetu prostřednictvím služby Google. Vzhledem k rozsáhlosti internetových zdrojů jsem se v tomto případě omezil na česká klíčová slova a na vyhledávání v českém jazykovém prostředí. Zvolil jsem v první fázi vyhledávání velmi obecná klíčová slova „výukové materiály“ a podrobil zkoumání na relevanci prvních pět stran výsledků vyhledávání. Vzhledem k cílené tvorbě výukových materiálů učiteli v posledních letech v rámci nejrůznějších projektů je možno nalézt na internetu desítky webů týkajících se

zveřejňování takových materiálů. Vesměs se ale jedná o výstupy konkrétního jednotlivého projektu, které nemají žádnou návaznost ani ucelený systém, který by zajišťoval komplexnost didaktických zdrojů. Za nejzajímavější považují následující na českém internetu nalezené webové portály.

- **<http://dum.rvp.cz>**

Modul DUM (Digitální Učební Materiály) je součástí portálu RVP.CZ. Tento metodický portál vznikl jako hlavní metodická podpora učitelů a k podpoře zavedení rámcových vzdělávacích programů ve školách. Jeho smyslem bylo vytvořit prostředí, ve kterém se budou moci učitelé navzájem inspirovat a informovat o svých zkušenostech.

Základními kameny Metodického portálu RVP.CZ jsou pestrost, komplexnost, garantovanost, kvalita obsahu a inovativnost. Ředitelům a učitelům mateřských škol, základních, speciálních a základních uměleckých škol, gymnázií, středních odborných škol a škol s právem státní jazykové zkoušky tak jsou prostřednictvím elektronického média nabídnuty zkušenosti konkrétních učitelů i škol. Jejich obsahem jsou nejčastěji informace o tom, jak vytvářet jednotlivé části ŠVP (školního vzdělávacího programu), jak inovovat vlastní výuku předmětů, jak si poradit s rozvojem a hodnocením klíčových kompetencí a řada dalších informací z oborových témat. Jedná se o podněty, které by měly přinášet inspiraci do výuky. Tato podpora je učitelům nabízena skrze jednotlivé nástroje – moduly (modul články, DUM, diskuze atp.), které lze nazvat úložišti – databázemi jednotlivých materiálů.

Dalším cílem, vedle shromažďování a budování jednotlivých modulů – úložišť, a také prezentace všech typů příspěvků teoretické i praktické povahy, je od počátku poskytnout učitelům fórum pro možnost konfrontovat své názory a zkušenosti s ostatními uživateli. Tímto fórem je například modul diskuze nebo modul blog s možností jednotlivé materiály hodnotit a komentovat. Těm učitelům, kteří nemají přístup na internet, byly v rámci projektů Metodika a Metodika II zprostředkovány některé části příspěvků Metodického portálu publikováním tištěných sborníků.

Cílovou skupinou jak z hlediska uživatelů, tak i potenciálních autorů jsou především praktikující ředitelé a učitelé škol. Mezi hlavní spolupracující organizace patří pilotní školy, ostatní organizace přímo řízené MŠMT, nestátní neziskové organizace a poskytovatelé vzdělávacích služeb.

- <http://dumy.cz/>

DUMy.cz je internetový portál, který má za cíl nabídnout pomocnou ruku pedagogům a školám při tvorbě, sdílení a archivaci digitálních učebních materiálů (DUM). Ve vazbě na projekt EU Peníze školám (EU PES) slouží ke snadnému naplnění důležitých kroků projektu. Nabízí volně přístupný nástroj na podporu archivace a sdílení ověřených kvalitních výukových materiálů.

Jedná se o portál, jenž má zpřístupňovat výukové materiály co nejsnazším způsobem široké odborné veřejnosti, kterou má za úkol obohatit o nové informace a má ji inspirovat při vlastní tvorbě nových materiálů. Portál DUMy.cz bude sdružovat odbornou pedagogickou veřejnost do komunity a umožní její užší vzájemnost a spolupráci, je tedy dvojsměrnou cestou k obohacení ostatních pedagogů a zároveň jim pomáhá řešit vlastní problémy. Hlavní přínos tým tvůrců spatřuje zejména v možnosti sofistikovaného vyhledávání v uložených materiálech podle klíčových slov.

Hlavní myšlenkou je snadnost použití a přímá cesta k hledané informaci. Díky jedinečnému způsobu vyhledávání konkrétních DUMů se lze snadno a na jedno kliknutí dostat k cíli. Tým zkušených editorů neustále prověřuje zveřejňované materiály z pohledu formálního, z pohledu autorského zákona, ale především z pohledu věcné a obsahové správnosti. Díky hodnocení kvality obsahu pomocí hvězdiček lze odlišit materiály s přínosnějším obsahem.

- <http://www.veskole.cz/>

Webový portál Veskole.cz je dalším z řady celostátních portálů pro sdílení DUMů, digitálních učebních materiálů. Tento portál je provozován a podporován jedním z největších distributorů interaktivních dotykových tabulí v České republice firmou AV Media. Tato firma se zabývá prodejem audiovizuální prezentační techniky a v oblasti dotykových tabulí je distributorem v České republice nejrozšířenější značky SmartBoard. (viz výsledky dotazníkového šetření v další kapitole) Proto přirozeně na svém portálu preferuje tuto technologii a s ní související softwarové aplikace typu SmartNotebook apod.

- <http://aktivucitel.cz/>

Druhý z webových portálů provozovaných distributory interaktivních tabulí. Tento portál vlastní a spravuje firma T-E-V Pardubice, která se zabývá distribucí druhého nejrozšířenějšího typu interaktivních dotykových tabulí v České republice (viz výsledky

dotazníkového šetření v další kapitole) značky ActiveBoard. Cílem projektu vybudování tohoto portálu je poskytnout učitelům, uživatelům dotykových tabulí značky ActiveBoard, ucelenou databázi a úložiště digitálních výukových materiálů a rovněž také platformu pro šíření informací o tomto typu tabulí a souvisejícím hardware i software.

Výše uvedené webové portály zprostředkující přístup k digitálním učebním materiálům lze chápat jako reprezentanty jednotlivých skupin takovýchto webů a zároveň také jako jedny z největších portálů tohoto typu v České republice.

Na všech výše uvedených webových portálech jsem se pokusil najít digitální učební materiály pro základní školy věnované obdobnému tématu, jako je zaměření mé ukázkové multimediální výukové lekce, tj. Barvy kolem nás, čímž mám na mysli barvy z pohledu fyziky a informatiky a výpočetní techniky spolu se základy kolorimetrie.

Na portálu dum.rvp.cz jsem překvapivě nenalezl žádný obdobný výukový materiál. Mohlo to však být způsobeno poměrně nešikovně navrženými vyhledávacími nástroji tohoto portálu. V případě vyhledávání podle klíčového slova již není možné dodatečné filtrování podle vzdělávací oblasti či oboru, a naopak v případě procházení vzdělávacích oblastí a oborů není možné vyhledávat. Dále také mezi tematickými okruhy vzdělávacího oboru Fyzika zcela chybí okruh optika, kam by hledané jevy bezprostředně náležely. Látka týkající se optiky je dle mého soudu nevhodně zařazena do velmi širokého okruhu elektromagnetických a světelných dějů. Ani ve vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie nebyl nalezen žádný odpovídající učební materiál.

Na portálu dumy.cz jsem našel několik materiálů určených pro výuku tématu barva v rámci fyziky obsahujících ovšem pouze informace z běžné fyzikální učebnice (DUMy č. 28777, 76554, 84059). Digitální učební materiály na tomto portálu určené k výuce informatiky a výpočetní techniky se všechny omezovaly jen na vysvětlení práce s operačním systémem či aplikacemi bez jakéhokoli bližšího kolorimetrického zdůvodnění.

Na portálu www.veskole.cz jsem našel pouze jediný úzce zaměřený materiál nazvaný Grafika – ukládání barev u grafických souborů, který se věnuje v rámci výuky informatiky a výpočetní techniky ukládání barev v grafických souborech a druhý materiál pro výuku fyziky s názvem Rozklad světla optickým hranolem, který opět pouze kopíruje informace o rozkladu světla z běžné učebnice.

Na portálu www.activucitel.cz jsem přes poměrně dobře a intuitivně zpracované vyhledávací nástroje nenalezl žádné digitální výukové materiály týkající se barev nebo kolorimetrie.

Zcela obecně lze konstatovat, že úroveň digitálních učebních materiálů na všech zkoumaných webových portálech uvedených výše je velice nízká. Obsahem učebních materiálů jsou vesměs pasáže převzaté přímo z různých českých učebnic, setkal jsem se též s učebním materiálem, který byl pouhým odkazem na cizojazyčnou webovou stránku. Materiály jsou velmi krátké, jednoúčelové, zaměřují se na jedno úzké probírané téma bez respektování či naznačování jakýchkoli souvislostí, ať už v rámci jednoho vyučovacího předmětu nebo dokonce mezi předměty navzájem. Rovněž formální a grafická úroveň zpracování je dle mého soudu nedostačující. Zde vycházím z toho, že jakákoli profesionální výuka, za kterou přirozeně školní výuku považuji v první řadě, by měla rozvíjet nejen odborné znalosti žáků, ale měla by podporovat celkový osobnostní rozvoj žáků, mimo jiné také jejich estetické citění. Většina materiálů, které jsem shlédl na zmíněných portálech, žádné estetické citění rozvíjet nemůže, naopak.

3.4 Existující výuková lekce a její pilotní ověření ve výuce

V rámci své rigorózní práce (Kohout, 2011) jsem pro obdobnou multimediální výukovou lekci zrealizoval její ověření v běžné výuce. Závěry z tohoto pilotního ověření jsou dalším nezanedbatelným zdrojem informací pro další vývoj a zpracování mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás.

3.4.1 Parametry pilotního ověření

Multimediální výukovou lekci jsem ověřoval pilotním způsobem v praxi na Základní škole L. Kuby České Budějovice v podobě uceleného tematického dne. Byl zařazen do výuky ve druhém pololetí 7. ročníku základní školy. Ve třídě bylo přítomno 25 žáků a žákyň.

Tematický den jsem zrealizoval 23. května 2011 ve spolupráci s vyučujícím fyziky a informatiky PhDr. Václavem Meškanem, členem učitelského sboru Základní školy L. Kuby a za účasti RNDr. Miroslava Randy, Ph.D., vyučujícího oddělení fyziky katedry matematiky, fyziky a technické výchovy Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni. Dále byl přítomen PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D., vyučující katedry fyziky Pedagogické fakulty Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích.

Pro ověření jsem zvolil podobu jednoho celého tematického dne a z jeho variant poté časovou dotaci 6 vyučovacích hodin v rámci dopolední výuky s následujícím konkrétním časovým rozložením:

- 1. až 4. vyučovací hodina – pět teoretických částí výukového tématu obsahujících výklad, experimenty, vyvozování závěrů, dílčí kola průběžné soutěže;
- 5. vyučovací hodina – samostatná práce na PC – tvorba prezentace v aplikaci MS PowerPoint na téma Barvy kolem nás;
- 6. vyučovací hodina – samostatná výtvarná práce – malba temperami čtyř základních barev; na závěr vyhlášení výsledků průběžné soutěže.

Rytmus výuky v rámci tematického dne jsem z větší části přizpůsobil běžnému rytmu vyučovacích hodin a přestávek.

3.4.2 Závěry z pilotního ověření a doporučení k dalšímu vývoji

Pilotní výuka proběhla bez jakýchkoli problémů, které by bylo nutno zmínit. Zvolená úroveň obtížnosti výkladu dané látky se ukázala být zcela přiměřenou 7. ročníku základní školy a odpovídající věku žáků. Rozsah látky byl přiměřený zvoleným šesti vyučovacím hodinám. Během celé doby jsem díky střídání výukových metod udržel přiměřenou pozornost žáků. Přesto bylo ke konci čtvrté hodiny již zřejmé, že dále by nebylo možno zajistit odpovídající aktivitu žáků. Takže se ukázalo, že zařazení samostatné práce už na pátou vyučovací hodinu bylo správným řešením.

Dle vyjádření vyučujícího fyziky PhDr. Václava Meškana je třída, ve které pilotní výuka mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás probíhala, v rámci školy výkony žáků spíše nadprůměrná. Proto je zapotřebí konstatovat, že předložený objem látky je pravděpodobně maximální, který jsou žáci běžné základní školy schopni v rámci jednoho vyučovacího dne akceptovat. Pokud by byl obsah výukového tématu doplněn o další podrobnosti, nebo by byla zařazena další podtémata související s barvami, např. psychologické účinky barev nebo poznatky z chemie (barviva a jejich složení) či zcela jiných vědních oborů, nebylo by již možné téma řádně zvládnout v rámci jednoho vyučovacího dne. Domnívám se, že by efektivně nepomohlo ani prodloužení tematického dne do odpolední výuky, protože žáci by byli stejně unaveni.

Na základě výše popsané zkušenosti i rozboru žákovských prezentací v MS PowerPoint doporučuji nerozšiřovat již rozsah učební látky, pokud by měl být stále zvládnutelný v průběhu jednoho vyučovacího dne. Je samozřejmě možné rozšířit výuku na více dnů, ale vzhledem k průměrné důležitosti tématu Barvy kolem nás, k celkovému

rozsahu učiva na základní škole a vytíženosti žáků to nepovažuji za vhodné. V situaci, kdy by bylo téma probírané postupně zařazováním do jednotlivých vyučovacích hodin fyziky, informatiky a výpočetní techniky, resp. také přírodopisu či chemie, není na druhou stranu problémem téma obohatit o další související poznatky. Ani tak nepovažuji významnější rozšíření za nutné a vhodné.

Řazení látky bylo zvoleno vhodně, výklad byl plynulý, bez chybějících souvislostí. Pouze v jediném případě navrhuji přesunutí části jednoho tématu – část kapitoly o barevném světle předsunout před část o barevných odrazivých površích. Tím se pojem různě barevných světél a ukázky jejich spekter dostanou bezprostředně za první kapitolu týkající se rozkladu světla hranolem, případně optickou „mřížkou“ CD. Tento přesun také umožní efektivnější provádění žákovských experimentů se spektroskopem. Domnívám se, že by zcela bez problémů bylo možné vzájemně zaměnit pořadí realizace samostatné práce na PC a samostatné výtvarné práce podle aktuálních potřeb využití odborných učeben (počítačové učebny či kreslírny) na dané škole.

4 Používání dotykových interaktivních tabulí v ČR

4.1 Základní cíle výzkumu

Jak již bylo řečeno v úvodu, hlavním ze dvou základních cílů mé disertační práce je výzkum týkající se rozšíření moderní technologie dotykových interaktivních tabulí na základních školách v České republice a konkretizace užívání různých druhů softwarových aplikací při výuce pomocí těchto tabulí.

Můj výzkum má odpovědět především na následující otázky:

- Jak jsou dotykové interaktivní tabule na školách rozšířeny, jak velká skupina škol tento výukový prostředek vůbec nepoužívá?
- Mají školy k dispozici většinou jen jednu nebo dvě tabule, což v důsledku znamená, že se při výuce s pomocí dotykových tabulí musí jednotlivé třídy pečlivě střídat podle předem vypracovaného klíče, nebo mají školy větší počet tabulí, které jsou tím umístěny ve více třídách, a výuka pomocí tabulí tedy není již tak exotickou formou a nemá pro žáky přichuť něčeho mimořádného?
- Závisí počet interaktivních dotykových tabulí používaných v dané škole na velikosti školy, a pokud ano, jakým způsobem?
- Jaké konkrétní typy interaktivních dotykových tabulí z hlediska výrobce a tedy používaného způsobu obsluhy a ovládání školy především využívají?
- Jaké typy softwarových aplikací a s jakou intenzitou školy při výuce prostřednictvím dotykových interaktivních tabulí využívají? Využívají školy především aplikace dodané při nákupu společně s příslušným hardware výrobce tabule, využívají specifické aplikace určené pro užití na interaktivních tabulích vyvíjené nezávislými dodavateli aplikací, např. i-učebnice Nakladatelství Fraus? Do jaké míry používají školy klasické aplikace, které nejsou nijak vázány na užití přímo na dotykových tabulích? Těmito klasickými aplikacemi rozumím například prezentační software typu Microsoft PowerPoint, prohlížeče různých typů dokumentů od dokumentů Microsoft Word či Excel po prohlížeče statických PDF dokumentů. Jak často a zda vůbec školy používají specializované aplikace např. matematický software typu Cabri, Derive či Geogebra? Používají na interaktivních tabulích i další aplikace, z nichž je možno zde zmínit přehrávače multimédií (videa a audia) a klasický internetový prohlížeč (myšleno samozřejmě s online připojením obslužného PC dotykové tabule k internetu)?

Vzhledem k tomu, že předpokládám, že ne všechny školy disponují tak moderní a vyspělou technologií, jakou jsou dotykové interaktivní tabule, zařazují do výzkumu ještě analogické dotazy týkající se používání nikoli dotykových tabulí, ale technologie o jednu generaci starší, týkající se užití datových projektorů, případně jiných velkoplošných zobrazovačů (TV apod.) při frontální výuce. Domnívám se, že konkrétní škola nemusí vlastnit interaktivní tabule, ale pravděpodobně bude vlastnit alespoň nějaký dataprojektor, pomocí kterého zpřístupňuje obrazový výstup PC více žákům ve třídě současně. Proto postulují další otázky, na které má výzkum odpovědět:

- Jak jsou na školách rozšířeny učebny s dataprojektory nebo televizními monitory, jak velká skupina škol tento výukový prostředek vůbec nepoužívá?
- Mají školy k dispozici většinou jen jednu nebo dvě učebny vybavené dataprojektory či televizními monitory, nebo mají takových učeben více?
- Závisí počet učeben vybavených dataprojektory či televizními monitory v dané škole na velikosti školy, a pokud ano, jakým způsobem?
- Jaké typy softwarových aplikací a s jakou intenzitou školy při výuce v učebnách s dataprojektory či televizními monitory využívají? Využívají školy i bez interaktivních dotykových tabulí také aplikace určené k použití s těmito tabulemi, ať již dodané při nákupu společně s příslušným hardware výrobcem tabule, nebo specifické aplikace vyvíjené nezávislými dodavateli aplikací, např. i-učebnice Nakladatelství Fraus? Do jaké míry používají školy klasické aplikace, které nejsou nijak vázány na speciální způsoby užití? Těmito klasickými aplikacemi rozumím například prezentační software typu Microsoft PowerPoint, prohlížeče různých typů dokumentů od dokumentů Microsoft Word či Excel po prohlížeče statických PDF dokumentů. Jak často a zda vůbec školy používají specializované aplikace např. matematický software typu Cabri, Derive či Geogebra? Používají ve spojení s dataprojektory či televizními monitory i další aplikace, z nichž je možno zde zmínit přehrávače multimédií (videa a audia) a klasický internetový prohlížeč (myšleno samozřejmě s online připojením daného osobního počítače k internetu)?

Během celého výzkumu mne nezajímá užití výpočetní techniky, dotykových interaktivních tabulí či druhů softwarových aplikací v učebnách specializovaných na výuku informatiky a výpočetní techniky. Při výuce informatiky a výpočetní techniky mohou totiž být dataprojektory, interaktivní tabule či softwarové aplikace a jejich užití nejen výukovým prostředkem, ale také vlastním obsahem výuky. Zajímá mne pouze použití zmíněné techniky při výuce v běžných učebnách osazených jednou dotykovou

tabulí s jedním řídicím počítačem, resp. učebnách vybavených jedním dataprojektorem, resp. jedním nebo několika paralelně zapojenými televizními monitory, s jedním připojeným PC. Zajímá mne tedy jen užití této techniky čistě jako didaktického prostředku.

Vzhledem k plánovaným získaným datům může výzkum odpovědět i na dvě sekundární otázky, které nejsou bezprostředně spojené se základním cílem výzkumu, nicméně odpovědi na ně jsou zajímavé a mohou být inspirativní pro další výzkumy obdobného charakteru:

- Jaké je rozložení počtu škol v České republice z hlediska velikosti sídla, ve kterém se škola nachází?
- Jaké je rozložení počtu škol v České republice podle jejich velikosti?

4.2 Příprava výzkumu

4.2.1 Zvolená forma výzkumu – on-line dotazník

Měl jsem v plánu získat co největší počet respondentů, proto jsem zvolil pro sběr dat efektivní formu, která umožňuje oslovit naráz velké množství osob. Touto formou zjišťování údajů je dotazník. Základní informace k použití dané výzkumné techniky jsem načerpal z publikace Petera Gavory Úvod do pedagogického výzkumu (Gavora, 2010, s. 121–135). Svůj dotazník jsem zpracoval v podobě moderního on-line webového dotazníku (Gavora, 2010, s. 134). On-line podoba výrazně zjednodušuje distribuci dotazníku mezi respondenty, následný sběr odpovědí i jejich vyhodnocování.

Prozkoumal jsem některé dostupné on-line zdroje dotazníkových formulářů, mimo jiné např. následující webové stránky:

- Anketovník.cz – <http://www.anketovnik.cz/>, (Anketovník.cz, 2012),
- Dotazník-online – <http://www.dotaznik-online.cz/>, (Dotazník-online, 2007),
- Google Docs – <http://www.google.com/intl/cs/drive/apps.html#forms>, (Disk Google, 2013),
- i-DOTAZNÍK – <http://www.i-dotaznik.cz/>, (Online dotazníky snadno, 2012),
- OurSurvey.biz – <http://www.oursurvey.biz/cs>, (Online dotazníky zdarma – průzkum, 2013),
- ProspecteaOne – <http://www.prospecteaone.cz/funkce/online-dotazniky> (Online dotazníky – ProspecteaOne, 2012),

- Survio – <http://www.survio.com/cs/>, (Online dotazníky zdarma – snadná tvorba dotazníků, 2013),
- VyplňTo.Cz – <http://www.vyplnto.cz/>, (Demčák, 2013).

Posuzoval jsem zejména požadovanou cenu za užití příslušné služby generování, šíření a vyhodnocování online dotazníků, z pohledu tohoto kritéria jsem přirozeně preferoval služby, které jsou nabízené zdarma, aniž by jejich užití bylo při bezplatném režimu nějak limitováno, což byl případ velké skupiny služeb. Dále mne zajímaly obecné limity typu maximální počet otázek v bezplatném dotazníku, možný počet respondentů takového dotazníku a zvažoval jsem také specifické možnosti dané služby, kterými jsou například možnost větvení průchodu dotazníkem na základě dřívějších odpovědí nebo kvalita automaticky generovaných přehledů a automatického statistického zpracování odpovědí. Nakonec jsem zvolil službu on-line dotazníků, kterou nabízí firma Google prostřednictvím své softwarové platformy Google Docs (Disk Google, 2013).

4.2.2 Struktura dotazníku – základní osnova

Dotazník je rozdělen na několik základních částí v souladu s již zmíněnou publikací (Gavora, 2000). Vstupní část dotazníku obsahuje informační a motivační text, který vysvětluje smysl dotazníku, informuje respondenta o době potřebné k vyplnění dotazníku, upřesňuje zaměření otázek a zároveň obsahuje prosbu o další přeposílání dotazníku kolegům a známým.

Následuje hlavní část, tělo dotazníku, které obsahuje všechny otázky. Tyto lze rozdělit na několik skupin. První jsou základní údaje o škole, zajímá nás okres sídla školy, velikost sídla školy a velikost školy. Nepovinným údajem jsou podrobnější kontaktní údaje – adresa školy a emailová adresa respondenta. Velikost sídla školy i velikost školy byly plánovány jako otázky uzavřené se škálovatelnou odpovědí, respondent si bude volit z několika velikostních kategorií. Okres sídla školy a další případné adresní údaje jsou otázkami otevřenými s textovou odpovědí. Tyto údaje nejsou zapotřebí pro vyhodnocení aktuálního dotazníku a pro odpověď na uvedené cíle výzkumu, ale mohou být s úspěchem využity v budoucnu při dalších šetřeních a výzkumech na základních školách v České republice.

Následuje skupina otázek týkajících se hlavního předmětu výzkumu, tj. používání dotykových interaktivních tabulí. Nejdříve mě zajímá počet tabulí na dané škole, uvažuji otázku uzavřenou se škálovatelnou odpovědí, a poté typy (výrobci) tabulí užívaných na škole, zde půjde o otázku polouzavřenou s možností výběru z předdefinovaného seznamu

výrobci tabulí s možností doplnit dalšího výrobce. Hlavním blokem otázek je zjišťování četnosti užití jednotlivých druhů softwarových aplikací. Ty člením následovně: aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...); speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...); prezentační aplikace (PowerPoint, ...); prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...); matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...); přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...); přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...). Původně byl tento blok otázek plánován jako otázky otevřené, respondenti měli doplňovat procenta užití jednotlivých typů aplikací. Z předvýzkumu, který bude podrobněji zmíněn v následující kapitole, však vyplynula přílišná náročnost takového vyplňování, a proto byla forma této skupiny otázek upravena na otázky uzavřené s výběrem škálovatelné odpovědi. Z předvýzkumu dále vyplynulo, že někteří respondenti nevládají vyplnit tabulku užívaných softwarových aplikací a četnosti jejich užití plošně pro všechny předměty, které vyučují. Zdůvodňovali to tím, že v každém ze svých předmětů využívají tabuli významně odlišně. V případě, že škola nepoužívá žádnou dotykovou tabuli, jsou všechny dosud uvedené otázky týkající se tabulí přeskočeny a následuje rovnou další skupina otázek.

V následující skupině otázek se dotazník věnuje používání datových projektorů nebo televizních monitorů při frontální výuce ve třídách. Vycházím z předpokladu, že ne všechny školy jsou vybaveny moderní technikou dotykových interaktivních tabulí. Domnívám se, že i školy, které nevlastní interaktivní tabule, mohou být vybaveny technikou o něco starší, kterou jsou datové projektory, resp. televizní monitory či sada televizních monitorů pro zprostředkování obrazového výstupu PC celé třídě naráz. Tato skupina otázek kopíruje předchozí skupinu týkající se interaktivních dotykových tabulí. Nejdříve zjišťuji počet učeben vybavených dataprojektory či televizními monitory, poté je respondentům opět předložena tabulka používaných softwarových aplikací a četností jejich užití při výuce s pomocí projektorů či TV. Tato tabulka může být opět vyplněna volitelně až pro tři různé vyučovací předměty, resp. pro tři významně různé způsoby užití této technologie. Na rozdíl od dotykových tabulí nezjišťujeme u dataprojektorů a televizních monitorů jejich výrobce. Tato informace je podstatná právě u tabulí, u kterých výrobce tabule do značné míry ovlivňuje možnosti užití a ovládání daného typu tabule.

Dotazník je uzavřen závěrečnou částí, která obsahuje poděkování respondentovi za vyplnění a informaci o tom, že dotazník bude odeslán k vyhodnocení.

4.2.3 Předvýzkum

Na bázi základní struktury dotazníku vznikla první verze dotazníku, která již obsahovala všechny části i otázky a mohla být distribuována mezi potenciální respondenty. S touto verzí dotazníku jsem realizoval předvýzkum (Gavora, 2010, s. 132), ve kterém jsem sledoval zejména srozumitelnost jednotlivých otázek pro respondenty, formální kvalitu jejich odpovědí v souvislosti s mými výzkumnými záměry. Dále jsem respondenty požádal o informaci, jak dlouho dotazník vyplňovali, o jejich subjektivní hodnocení dotazníku a konkrétní poznámky a připomínky. V rámci předvýzkumu jsem oslovil deset respondentů z různého prostředí, které však mělo vždy vazbu na hlavní cílové prostředí, základní školy. Oslovil jsem několik učitelů na základní a vysoké škole, úředníci odboru školství, studenty střední a vysoké školy.

Na základě závěrů předvýzkumu jsem upravil dotazník do výsledné podoby. Kromě drobných změn ve formulacích jednotlivých otázek, které se týkaly pouze upřesnění jednoznačnosti zadání, jsem významně změnil hlavní část dotazníku, která obsahuje otázky ohledně využití jednotlivých druhů softwarových aplikací, ke změně došlo také ve struktuře typů aplikací a byly doplněny volitelné tabulky četnosti využití typů aplikací pro druhý, resp. třetí vyučovací předmět.

V původní verzi dotazníku měli respondenti odpovídat na míru užití jednotlivých aplikací procentuálně, pro každý typ aplikací měli v procentech udat, jakou část práce s dotykovou tabulí využívají daný typ aplikace. Sami měli přitom vlastní kontrolou zajistit, aby celkový součet procent pro souhrnné využití dané technologie byl 100 %. Ukázalo se, že tento způsob zadávání odpovědí není příliš vhodný, respondenti měli problémy pochopit můj požadavek a opakovaná kontrola součtu 100 % při změně jakékoli hodnoty jim přišla příliš náročná a nepříjemná. Zbytek dotazníku hodnotili pozitivně a nevznášeli žádné zásadní připomínky. Zmíněná část dotazníku týkající se procentuální míry využívání různých typů aplikací byla proto nahrazena tabulkou či maticí typů aplikací a kvalitativně vyjádřené četnosti užití těchto aplikací (nikdy, občas, často, pravidelně).

V souladu s připomínkami respondentů v rámci předvýzkumu došlo také ke změně kategorizace softwarových aplikací, do jednoho typu byly sdruženy aplikace pro prohlížení dokumentů, a protože se ukázalo, že velmi významnou aktivitou při práci na dotykové interaktivní tabuli je prostá práce s internetem, vyhledávání v rámci internetových webových stránek, byl jako další samostatný typ aplikace zařazen internetový prohlížeč.

Jak již bylo zmíněno výše, nebyli někteří respondenti schopni vyplnit tabulku užívaných aplikací a četnosti užití jednoznačně pro všechny předměty, které vyučují. Vysvětlovali to tak, že v každém ze svých předmětů využívají tabuli zcela jiným způsobem. Proto dotazník obsahuje tabulku aplikací a četnosti jejich užití celkem třikrát, tedy až pro tři různé vyučovací předměty, resp. pro tři zásadně různé způsoby používání tabule. Vyplnění tabulky pro druhý a třetí vyučovací předmět, resp. způsob užití, je volitelné. Doplňující otázka týkající se předmětu, za který je daná tabulka vyplňována, je otázkou otevřenou.

Následovalo druhé kolo předvýzkumu na stejném vzorku respondentů jako kolo první. V druhém kolem jsem již pouze ověřoval volbu kategorií pro četnost užití aplikací a kontroloval, zda dotazník neobsahuje zbytečné formální či drobné obsahové chyby a nepřesnosti.

Vzhledem k tomu, že dotazník byl rozesílán jménem marketingového oddělení Nakladatelství Fraus (v rámci České republiky s výjimkou okresu Plzeň-město) a jménem Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni (v rámci okresu Plzeň-město), byla konečná podoba dotazníku poskytnuta představitelům obou institucí pro finální kontrolu a posouzení vhodnosti a přiměřenosti dotazníku danému účelu. Toto závěrečné posouzení si již nevyžádalo žádné úpravy dotazníku. Lze ho v tomto případě posoudit jako třetí kolo předvýzkumu, které mělo za cíl odstranit poslední nedostatky.

4.2.4 Délka dotazníku a doba vyplňování

V rámci prvního i druhého kola předvýzkumu byla sledována také běžná doba vyplňování dotazníku. Doporučená délka vyplňování dotazníku podle Gavory (Gavora, 2010, s. 129) by u dotazníků rozesílaných poštou, předpokládám zde i elektronickou, neměla překročit 20 minut. K této mezní hranici jsem se nechtěl ani přiblížit, protože jsem se důvodně obával, že přílišná délka vyplňování dotazníku by mnohé respondenty od vyplnění odradila. Vyplnění a odeslání dotazníků záviselo pouze na dobré vůli respondentů, jinou pozitivní či negativní motivaci k vyplnění neměli. Jako limit jsem si stanovil časový úsek 10 minut.

Původně navržený dotazník většina respondentů vyplňovala po dobu zhruba 5 minut, někteří, kteří se věnovali stanovování procentuální míry použití různých typů aplikací velice zodpovědně, vyplňovali dotazník přibližně 10 minut. Délka navrženého dotazníku byla zcela přiměřená, ba dokonce by bylo možné zařadit do dotazníku další otázky.

Po připomínkách respondentů z prvního kola předvýzkumu jsem dotazník přepracoval, jak uvádím výše. Doba vyplňování však v druhém kole předvýzkumu zůstala stejná. Vyplňování tabulky četností užití různých typů aplikací se ukázalo jako časově výhodnější než původní uvádění procentuální míry, na druhou stranu možnost vyplňovat údaje pro druhý a třetí vyučovací předmět mohla danému respondentovi dobu vyplňování dotazníku prodloužit.

Běžná doba vyplňování dotazníku se pohybovala mezi 4 a 7 minutami, i respondenti, kteří vyplňovali dotazník velmi pečlivě, se vešli do 10 minut. Ty byly překročeny jen výjimečně.

4.2.5 Konečná podoba dotazníku

Vzhledem k tomu, že dotazník byl od začátku koncipován jako on-line webový dotazník s větvením podmíněným odpověďmi, není zcela triviální převést ho do lineární tištěné podoby. Přebírám proto tištěnou podobu, ve které ukládá připravené dotazníky a formuláře přímo prostředí Google Docs (Google Docs, 2013). Jak bylo zmíněno, byl dotazník rozeslán odděleně pro Českou republiku s výjimkou okresu Plzeň-město a pro samotný okres Plzeň-město. Oba dotazníky však byly z hlediska znění otázek, struktury i grafické podoby zcela identické. Následuje kompletní znění publikované podoby dotazníku.

Výpočetní technika při frontální výuce (ČR)

Dobrý den,

jsme rádi, že jste si našli čas na náš dotazník, který se zabývá využitím výpočetní techniky při frontální výuce běžných vyučovacích předmětů na základních školách a nižším stupni víceletých gymnázií v České republice. Vyplnění by Vám nemělo trvat déle než 10 minut. Pokud dotazník nechcete vyplňovat sami, ať již z nedostatku času nebo proto, že výpočetní techniku při výuce příliš nepoužíváte, poskytněte jej prosím svým kolegům na Vaší či jiné škole, kteří ve výuce výpočetní techniku a interaktivní tabule aktivně využívají. Kolegům můžete dotazník samozřejmě poslat i v případě, že ho sami vyplníte. Každý zaznamenaný názor a co nejširší spektrum pokrytých vyučovacích předmětů má pro nás cenu.

Vstupní údaje o škole a počtu učeben s interaktivními tabulemi či dataprojektory se týkají celé školy, na které vyučujete. Údaje o používání SW aplikací uvádějte prosím již podle toho, jak Vy osobně tuto techniku využíváte. Můžete jednoduše uvést informace o využití aplikací za všechny předměty, které vyučujete, naráz. Pokud se u Vás však využití v různých předmětech zásadně liší, můžete uvést údaje za jednotlivé předměty. Některé identifikační údaje na začátku dotazníku nejsou povinné, zajímáme se plošně o situaci na českých školách. Přesto však budeme rádi, když nám je poskytnete.

Odpovědi přijímáme do 10. června 2013.

Děkujeme předem.

autoři dotazníku

**Povinné pole*

Údaje o škole

1. Okres sídla školy: *

– v Praze uveďte prosím příslušný městský obvod

.....

2. Jednoznačné určení školy: *

– v rámci okresu uvedeného výše; např.: „ZŠ T.G.M. Rokycany“, „25. ZŠ Plzeň“, „ZŠ a MŠ Mochtín“ – potřebujeme pro identifikaci více případných odpovědí z jedné školy a jejich statisticky správné zpracování

3. Adresa školy:

– název školy, ulice, číslo popisné, místo, PSČ

.....
.....
.....
.....
.....

4. Kontaktní e-mail:

.....

5. Velikost sídla školy (počet obyvatel) *

Označte jen jednu elipsu.

- 1 až 1 000
 1 001 až 5 000
 5 001 až 15 000
 15 001 až 30 000
 30 001 až 100 000
 nad 100 000

6. Velikost školy (počet žáků) *

Označte jen jednu elipsu.

- 1 až 100
 101 až 200
 201 až 400
 401 až 600
 nad 600

Interaktivní dotykové tabule – přehled za školu

7. Počet běžných a odborných učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí *

– údaj za celou školu; nepočítejte prosím učebny užívané pouze nebo převážně pro výuku IVT

Označte jen jednu elipsu.

žádná *Přeskočte na otázku 20.*

1

2 až 4

5 až 7

8 a více

Interaktivní dotykové tabule – přehled za školu

8. Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí *

Zaškrtněte všechny platné možnosti.

SmartBoard

ActiveBoard

eBeam

InterWrite

ONfinity

Panaboard

Jiné:

Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích

– za vyučujícího

Uvedte prosím, jak často používáte různé typy aplikací. Vyučujete-li více předmětů a používání aplikací v nich se diametrálně liší, můžete tabulku četností vyplnit až třikrát. V takovém případě uveďte nad každou tabulkou, jakého vyučovacího předmětu se týká. Vyplňujete-li tabulku obecně jen jedenkrát, nemusíte název předmětu uvádět.

9. Nepovinný údaj – vyučovací předmět (tabule):

– chcete-li podrobněji rozlišit, napište prosím předmět, kterého se následující tabulka četnosti používání SW aplikací týká

.....

10. Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích *

– v závorce za typem aplikace uvádíme pro ilustraci konkrétní zástupce daného typu
Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	pravidelně	často	občas	nikdy
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

11. Jiné pravidelně či často používané typy SW aplikací (tabule):

.....

12. Chcete vyplnit tabulku četností použití SW aplikací na interaktivních tabulích pro 2. předmět? *

Označte jen jednu elipsu.

Ano

Ne

Přeskočte na otázku 20.

Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích

(2. předmět)

13. Nepovinný údaj – 2. vyučovací předmět (tabule):

– chcete-li podrobněji rozlišit, napište prosím předmět, kterého se následující tabulka četnosti používání SW aplikací týká

.....

14. Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích (2. předmět) *

– v závorce za typem aplikace uvádíme pro ilustraci konkrétní zástupce daného typu

Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	pravidelně	často	občas	nikdy
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

15. Jiné pravidelně či často používané typy SW aplikací (2. předmět, tabule):

.....

16. Chcete vyplnit tabulku četností použití SW aplikací na interaktivních tabulích pro 3. předmět? *

Označte jen jednu elipsu.

Ano

Ne *Přeskočte na otázku 20.*

Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích

(3. předmět)

17. Nepovinný údaj – 3. vyučovací předmět (tabule):

– chcete-li podrobněji rozlišit, napište prosím předmět, kterého se následující tabulka četnosti používání SW aplikací týká

.....

18. Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích (3. předmět) *

– v závorce za typem aplikace uvádíme pro ilustraci konkrétní zástupce daného typu

Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	pravidelně	často	občas	nikdy
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

19. Jiné pravidelně či často používané typy SW aplikací (3. předmět, tabule):

.....

Dataprojektory a TV připojené k počítači – přehled za školu

20. Počet běžných a odborných učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV připojenými k počítači *

– údaj za celou školu; nepočítejte prosím učebny s dataprojektory připojenými k interaktivní tabuli; nepočítejte prosím učebny užívané pouze nebo převážně pro výuku IVT

Označte jen jednu elipsu.

- žádná *Přeskočte na "Děkujeme Vám za vyplnění dotazníku."*
- 1
- 2 až 5
- 6 až 10
- 11 a více

Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV připojenými k počítači – za vyučujícího

Uvedte prosím, jak často používáte různé typy aplikací. Vyučujete-li více předmětů a používání aplikací v nich se diametrálně liší, můžete tabulku četností vyplnit až třikrát. V takovém případě uveďte nad každou tabulkou, jakého vyučovacího předmětu se týká. Vyplňujete-li tabulku obecně jen jedenkrát, nemusíte název předmětu uvádět.

21. Nepovinný údaj – vyučovací předmět (dataprojektory a TV):

– chcete-li podrobněji rozlišit, napište prosím předmět, kterého se následující tabulka četnosti používání SW aplikací týká

.....

22. Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV připojenými k počítači *

– v závorce za typem aplikace uvádíme pro ilustraci konkrétní zástupce daného typu; pro aplikace určené k interaktivním tabulím (řádky 1 a 2) zde uvažujeme neinteraktivní použití bez tabule

Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	pravidelně	často	občas	nikdy
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

23. Jiné pravidelně či často používané typy SW aplikací (dataprojektory a TV):

.....

24. Chcete vyplnit tabulku četností použití SW aplikací při výuce s dataprojektory a TV pro 2. předmět? *

Označte jen jednu elipsu.

Ano

Ne

Přeskočte na "Děkujeme Vám za vyplnění dotazníku."

**Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV
připojenými k počítači (2. předmět)**

25. Nepovinný údaj – 2. vyučovací předmět (dataprojektory a TV):

– chcete-li podrobněji rozlišit, napište prosím předmět, kterého se následující
tabulka četnosti používání SW aplikací týká

.....

**26. Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV připojenými
k počítači (2. předmět) ***

– v závorce za typem aplikace uvádíme pro ilustraci konkrétní zástupce daného typu;
pro aplikace určené k interaktivním tabulím (řádky 1 a 2) zde uvažujeme
neinteraktivní použití bez tabule

Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	pravidelně	často	občas	nikdy
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

27. Jiné pravidelně či často používané typy SW aplikací (2. předmět, dataprojektory a TV):

.....

28. Chcete vyplnit tabulku četností použití SW aplikací při výuce s dataprojektory a TV pro 3. předmět? *

Označte jen jednu elipsu.

Ano

Ne

Přeskočte na "Děkujeme Vám za vyplnění dotazníku."

**Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV
připojenými k počítači (3. předmět)**

29. **Nepovinný údaj – 3. vyučovací předmět (dataprojektory a TV):**

– chcete-li podrobněji rozlišit, napište prosím předmět, kterého se následující tabulka četnosti používání SW aplikací týká

.....

30. Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV připojenými k počítači (3. předmět) *

– v závorce za typem aplikace uvádíme pro ilustraci konkrétní zástupce daného typu; pro aplikace určené k interaktivním tabulím (řádky 1 a 2) zde uvažujeme neinteraktivní použití bez tabule

Označte jen jednu elipsu na každém řádku.

	pravidelně	často	občas	nikdy
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus,	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>

31. Jiné pravidelně či často používané typy SW aplikací (3. předmět, dataprojektory a TV):

.....

Děkujeme Vám za vyplnění dotazníku.

Nyní již prosím stiskněte tlačítko Odeslat.

4.2.6 Volba souborů respondentů

Mým cílem bylo získat co největší počet respondentů, jak jsem již předeslal v úvodu kapitoly. Pro rozesílání dotazníků a oslovování potenciálních respondentů jsem zvolil dvě cesty. Jedna z těchto cest je plošná a zahrnuje většinu základních škol a nižších stupňů víceletých gymnázií v České republice. Druhá cesta je cílená, využívá osobních kontaktů a oslovuje většinu škol v okrese Plzeň-město formou kontaktu na osobně známého pracovníka dané školy.

4.2.7 Plošný zdroj emailových adres, Česká republika

Jsem dlouholetým zaměstnancem Nakladatelství Fraus, které se zabývá především vydáváním vzdělávacích materiálů a jehož marketingové oddělení má obsáhlou databázi kontaktů na vzdělávací instituce v celé České republice. Požádal jsem marketingové oddělení nakladatelství o spolupráci. Dotazníky byly rozeslány jménem Nakladatelství Fraus na všechny emailové adresy základních škol a nižších stupňů víceletých gymnázií, které mělo v okamžiku rozesílání dotazníků marketingové oddělení k dispozici. Celkem se jednalo o 3 205 adres.

4.2.8 Cílený zdroj emailových adres, okres Plzeň-město

Dovolil jsem si požádat o spolupráci Středisko pedagogické praxe Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, konkrétně jeho vedoucího PaedDr. Josefa Kepku, CSc. Středisko pedagogické praxe má osobní kontakty na většině základních škol a nižších stupních víceletých gymnázií v Plzni a okolí. Vzhledem k těmto kontaktům lze důvodně předpokládat, že při oslovení s prosbou o vyplnění dotazníku bude odezva výrazně vyšší než při plošném rozesílání dotazníků. Se souhlasem vedení fakulty byly rozeslány odkazy na dotazník na většinu plzeňských škol. Pozn. – Aby nebyli dotazovaní z okresu Plzeň-město osloveni ze dvou míst současně (z marketingového oddělení Nakladatelství Fraus a ze Střediska pedagogické praxe Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni) identickým dotazníkem, byly z databáze škol spravované marketingovým oddělením Nakladatelství Fraus pro účely rozesílky tohoto dotazníkového průzkumu záměrně vyňaty emailové adresy všech škol z okresu Plzeň-město.

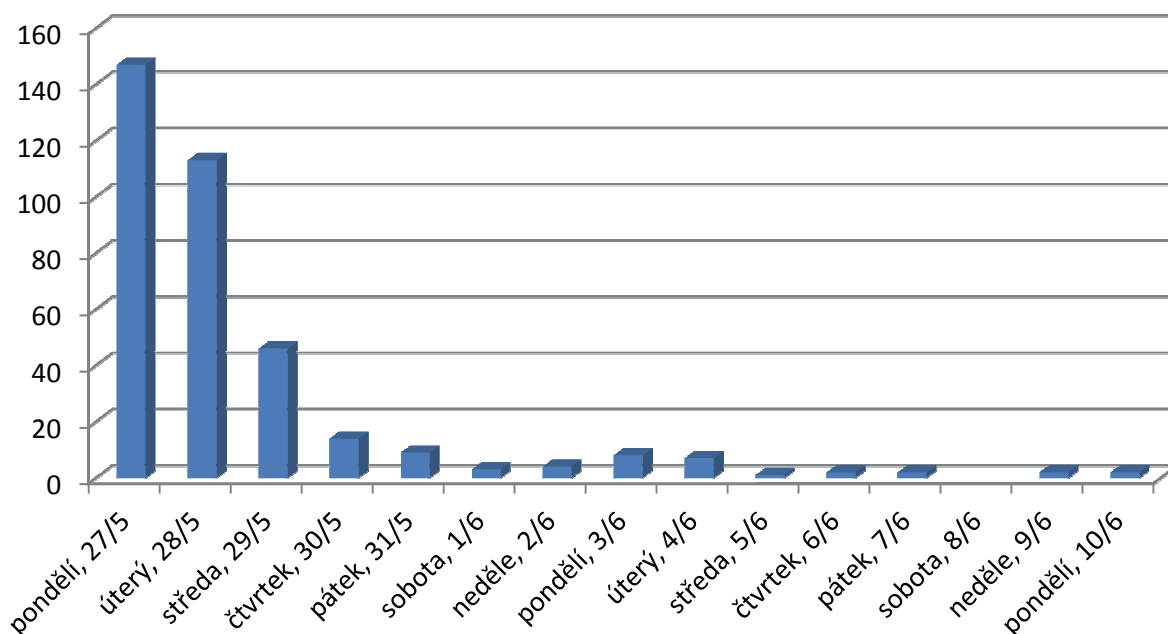
4.3 Vlastní realizace dotazování

Vlastní rozeslání emailových zpráv s odkazem na on-line webový dotazník a s prosbou o jeho vyplnění bylo naplánováno na přelom května a června 2013. Termín byl zvolen tak, aby na základních školách, kam byl dotazník směřován, byl ještě normální provoz, aby se termín vyplňování dotazníku nedostal na konec školního roku či až na začátek prázdnin. Kompletní neupravované soubory odpovědí respondentů a rámcové automaticky vyhodnocené výsledky zpracované systémem Disk Google (Disk Google, 2013) jsou na příloženém DVD.

4.3.1 Plošné rozesílání, Česká republika

Dotazníky administrované marketingovým oddělením Nakladatelství Fraus byly rozeslány v poledne 27. května 2013. V průvodním dopise byl stanoven mezní datum pro odpověď na 10. června 2013. Dvě odpovědi dorazily ještě po tomto termínu. Vzhledem k tomu, že na obsah odpovědí nemá datum jejich odeslání v rozmezí několika dnů či týdnů žádný vliv, i tyto dvě opožděné odpovědi jsem ponechal v datovém souboru. Dále uvádím odezvu na rozesílku dotazníků po jednotlivých dnech.

Počet respondentů v jednotlivých dnech (Česká republika)



Graf 4.1: Počet respondentů v jednotlivých dnech (Česká republika)

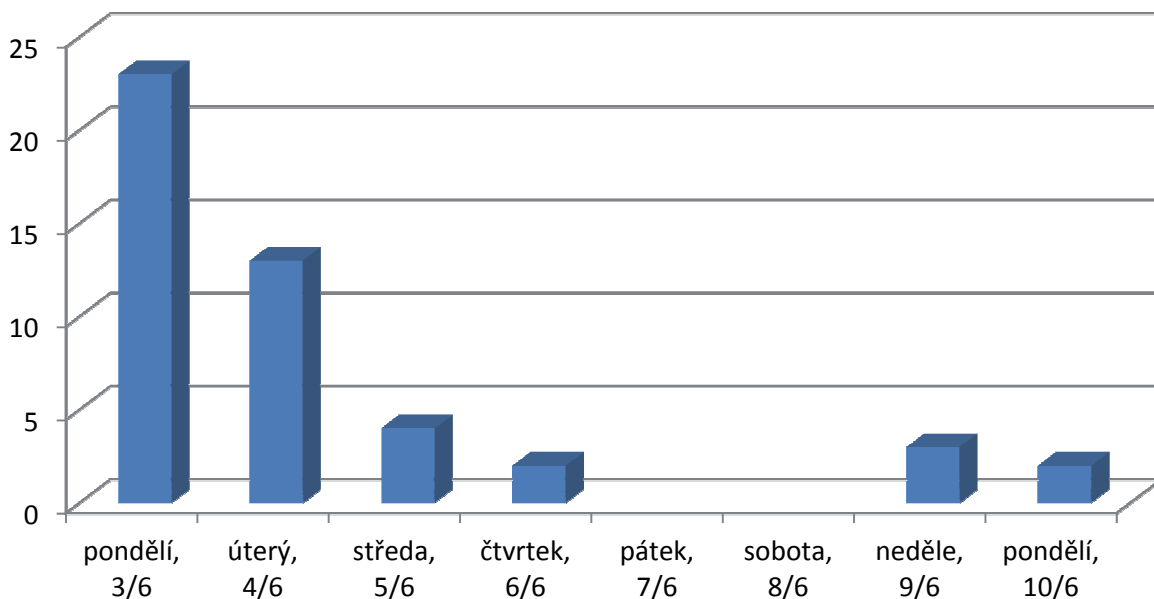
Z grafu je velice dobře vidět, že většina odpovědí se nakumulovala do prvních tří až pěti dnů po rozeslání dotazníků. Z toho lze vyvodit pracovní závěr pro případná další dotazníková šetření, že nemá smysl ponechávat dobu na odpovědi výrazně delší než jeden týden. Zajímavý je nárůst počtu odpovědí po prvním víkendu, to lze přikládat návratu některých obeslaných osob z výcvikových kursů, výletů, dovolené, nepravidelné kontrole emailové schránky apod. Nárůst před termínem ukončení sběru odpovědí, tj. před 10. červnem, je tak malý, že nelze říci, zda jde skutečně o odpovědi „na poslední chvíli“, nebo pouze o náhodnou výchylku.

Během vymezeného období pro reakce respondentů bylo přijato celkem 360 odpovědí, 2 odpovědi dorazily po termínu. Nelze však říci zcela přesně, že odezva na dotazníky byla 11,3 % (= 362 / 3 205), protože v záhlaví dotazníku byla prosba, aby se respondenti aktivně zúčastnili šíření dotazníku a přeposlali jej svým známým na téže nebo jiné základní škole. Pokud bych odhadl, že dotazník dále přeposlalo 20 % respondentů, pak by celková odezva byla přibližně $362 / (0,2 \cdot 362 + 3\ 205)$, tj. 11 %. Tento výpočet neuvažuje další krok multiplikativního přeposílání dotazníků, nicméně pro moje potřeby je dostačující informace, že na dotazníky odpovědělo přibližně 11 % oslovených účastníků dotazování, což považuji za velice dobrý výsledek. Pro srovnání – podle údajů marketingového oddělení Nakladatelství Fraus je při běžných marketingových dotazováních v nakladatelství průměrná odezva pod 10 %. Při takové míře odpovědí lze předpokládat, že v rámci plošného dotazování v celé České republice odpověděli především ti respondenti, kteří mají k předkládané problematice alespoň částečně bližší vztah.

4.3.2 Cílené rozesílání, Plzeň-město

Pro dotazníky administrované Střediskem pedagogické praxe Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni bylo rozesílání zahájeno až 3. června v noci. Předtím dotazník ještě procházel odborným posuzováním v rámci fakulty. V případě okresu Plzeň-město docházelo, jak již bylo zmíněno, k významné multiplikaci, k přeposílání dotazníků mezi jednotlivými respondenty. I pro Plzeň byl v průvodním dopise stanoven mezní datum pro odpověď na 10. června 2013. Tři odpovědi dorazily ještě po tomto termínu. Následuje grafické znázornění odezvy na rozesílku pro okres Plzeň-město během jednotlivých dní.

Počet respondentů v jednotlivých dnech (Plzeň)



Graf 4.2: Počet respondentů v jednotlivých dnech (Plzeň)

I v tomto případě je jasně patrný stejný trend jako v případě rozesílky po České republice. Největší odezva je bezprostředně po rozeslání emailů s prosbou o vyplnění dotazníků a opět rychle následuje prudký pokles.

Vzhledem k tomu, že u tohoto cíleného způsobu rozesílání se významným způsobem projevil multiplikativní způsob předávání dotazníku dalším respondentům, nemohu nyní stanovit procentuální odezvu pro tento vzorek. Domnívám se však, že to nemá vliv na další zpracování získaných informací. Různé zdroje udávají v okrese Plzeň-město významně různý počet základních škol podle toho, které školské instituce státní či soukromé započítávají. Udávaný počet se pohybuje od 35 do 52 institucí¹. Při 50 validních odpovědích, které jsem obdržel, je vidět, že odezva je větší než 100 %, nebo se k 100 % významně blíží. Toto nasvědčuje masivnímu multiplikativnímu přeposílání dotazníků dalším respondentům. Pro další závěry je podstatné, že v rámci okresu Plzeň-město odpovídala valná většina těch, ke kterým se dotazníky dostaly, nikoli pouze menšina, která má ke zkoumané problematice specifický vztah.

¹ Webové stránky Atlas školství (Atlas školství – ...kam na školu, 2013) udávají v okrese Plzeň-město 35 základních škol; webové stránky Základní školy (Základní školy, 2013) udávají v okrese Plzeň-město 52 základních škol; databáze marketingového oddělení Nakladatelství Fraus obsahuje 41 záznamů pro základní školy z okresu Plzeň-město.

4.3.3 Možnost sloučení obou získaných souborů dat

V rámci plošného oslovení respondentů v celé České republice a cíleného oslovení respondentů v okrese Plzeň-město jsem obdržel dva nezávislé soubory dat. Jako nejjednodušší se nabízí možnost tyto dva soubory dat sloučit do jednoho souboru. Toto však je možné realizovat pouze za předpokladu, že oba soubory dat obsahují srovnatelné výsledky. První fází zpracování dat je právě toto ověření běžnými statistickými metodami.

Budu porovnávat v obou souborech údaje, které mě nejvíce zajímají. Těmi jsou četnosti užití jednotlivých softwarových aplikací při výuce s pomocí interaktivní dotykové tabule a při výuce v učebně vybavené diaprojektorem nebo televizními monitory. Postupně provedu porovnání obou souborů pro míru užití jednotlivých typů aplikací a zjistím, zda se soubory liší. Vzhledem k tomu, že pro porovnání obou souborů dat hodlám použít dvouvýběrový t-test, musím zjištěné kvalitativní popisy četnosti užití (nikdy, občas, často, pravidelně) převést na kvantitativní vyjádření. Použiji jednoduché kódování kvalitativního znaku na znak kvantitativní: nikdy = 0, občas = 1, často = 2, pravidelně = 3.

Pro každý typ softwarových aplikací postulují nulovou hypotézu H_0 , že oba datové soubory jsou z hlediska četnosti užití daného typu aplikací srovnatelné, a alternativní hypotézu H_A , že oba soubory z tohoto hlediska srovnatelné nejsou. Pomocí dvouvýběrového t-testu s nerovností rozptylů zjistíme pro jednotlivé typy aplikací příslušné P-hodnoty. Pro posouzení shody obou souborů pracuji na hladině pravděpodobnosti $P < 0,05$. Všechny údaje jsou přehledně shrnuty v následujících dvou tabulkách.

Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích				
Sledovaný znak	Střední hodnota souboru ČR	Střední hodnota souboru Plzeň	P-hodnota	Závěr – zamítnutí nebo nezamítnutí nulové hypotézy pro daný znak
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio...)	2,19	1,70	0,0023	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...)	1,47	1,08	0,0091	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	2,05	1,74	0,0307	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	2,03	1,90	0,2832	nelze zamítnout nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory jsou srovnatelné
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	0,40	0,44	0,7611	nelze zamítnout nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory jsou srovnatelné
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	1,89	1,62	0,0448	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné

přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	2,29	2,14	0,2586	nelze zamítnout nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory jsou srovnatelné
---	------	------	--------	--

Tab. 4.1: Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích

Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV				
Sledovaný znak	Střední hodnota souboru ČR	Střední hodnota souboru Plzeň	P-hodnota	Závěr – zamítnutí nebo nezamítnutí nulové hypotézy pro daný znak
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio, ...)	1,47	0,93	0,0029	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...)	1,13	0,91	0,2078	nelze zamítnout nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory jsou srovnatelné
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	1,86	1,44	0,0249	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	1,84	1,40	0,0149	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	0,37	0,47	0,5319	nelze zamítnout nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory jsou srovnatelné

přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	1,75	1,40	0,0491	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	1,98	1,56	0,0305	zamítáme nulovou hypotézu na hladině významnosti 0,05; soubory nejsou srovnatelné

Tab. 4.2: Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV

Z hlediska devíti ze čtrnácti aktuálně zkoumaných znaků nejsou oba soubory srovnatelné na hladině významnosti $P < 0,05$. Proto nemohu předložené soubory sloučit do jednoho a budu dále uvádět výsledky výzkumu pro každý soubor zvlášť. Zároveň se pokusím vysvětlit zjištěné rozdíly mezi oběma soubory specifickým způsobem jejich získání.

4.4 Výsledky výzkumu

4.4.1 Rozšíření dotykových interaktivních tabulí na základních školách v České republice

Prvním základním cílem výzkumu bylo zjistit, jaké procento škol používá dotykové interaktivní tabule a kolik takových tabulí používá pro potřeby výuky běžná základní škola v České republice. Dále jsem se zaměřil na zjištění, které typy, resp. kteří výrobci interaktivních tabulí mají na školách největší zastoupení. Zjištěné údaje uvádím v následujících tabulkách a grafech. V tomto případě již uvádím výsledky pro celou Českou republiku i odděleně pro okres Plzeň-město.

Počet učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí – Česká republika		
počet učeben s dotykovou tabulí	počet škol	počet škol v procentech
žádná	5	1 %
1	22	6 %
2 až 4	111	31 %
5 až 7	99	27 %

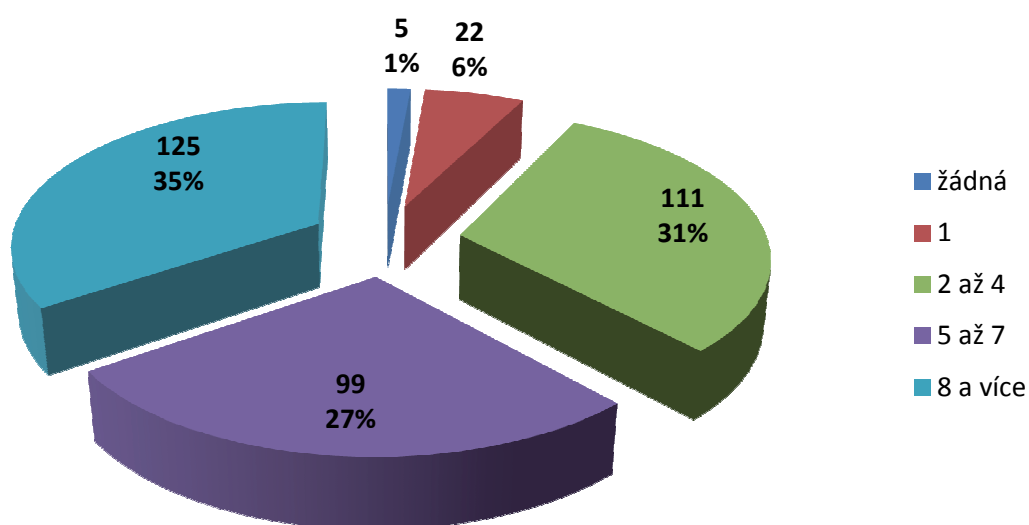
8 a více	125	35 %
----------	-----	------

Tab. 4.3: Počet učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí – Česká republika

Počet učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí – Plzeň-město		
počet učeben s dotykovou tabulí	počet škol	počet škol v procentech
žádná	0	0 %
1	1	2 %
2 až 4	7	14 %
5 až 7	20	40 %
8 a více	22	44 %

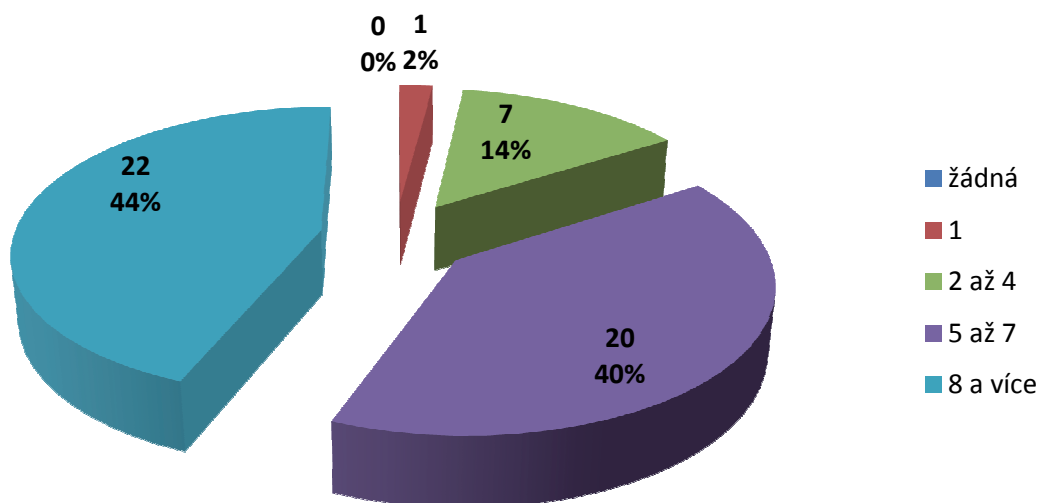
Tab. 4.4: Počet učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí – Plzeň-město

Učebny s interaktivní dotykovou tabulí – Česká republika



Graf 4.3: Učebny s interaktivní dotykovou tabulí – Česká republika

Učebny s interaktivní dotykovou tabulí – Plzeň-město



Graf 4.4: Učebny s interaktivní dotykovou tabulí – Plzeň-město

Z výsledků výzkumu je zřejmé, že naprostá většina škol v České republice je vybavena interaktivními dotykovými tabulemi v počtu vyšším než jedna tabule na školu. Pouhých 5 škol ze vzorku 362, tj. 1,4 %, nepoužívá žádnou interaktivní dotykovou tabuli a pouhých 22 škol, tj. 6,1 %, má jedinou tabuli. Více než 90 % škol disponuje více interaktivními tabulemi, což je základní předpoklad pro jejich efektivní využívání v běžné výuce. V okrese Plzeň-město je situace obdobná, ba ještě lepší. Všechny školy, které v našem dotazníkovém průzkumu odpovídaly, mají dotykovou tabuli a pouhá jedna škola má jedinou, ostatní školy používají v rámci výuky více těchto tabulí. Zde uvedené výsledky jsou v rozporu s naším výchozím očekáváním, že v České republice existuje nezanedbatelně velká skupina základních škol, které nepoužívají technologii dotykových interaktivních tabulí.

Z těchto závěrů jednoznačně vyplývá, že má smysl vyvíjet učební materiály určené specificky pro interaktivní dotykové tabule. Tyto materiály mohou být koncipovány tak, aby využívaly co nejvíce výhod uvedeného výukového prostředku. Takto připravené podklady mohou být bez problémů využity naprostou většinou škol v České republice.

Pro srovnání můžeme uvést údaje z práce obsahující obdobnou dotazníkovou sondu dva roky starou (Dufek, 2011). V práci sice není uveden přesný datum realizace dotazníkového šetření, ale podle data vydání práce (duben 2011) lze předpokládat, že dotazníkový průzkum byl realizován na přelomu let 2010 a 2011. V tomto období mělo alespoň jednu interaktivní dotykovou tabuli 87 % škol a 13 % škol nemělo žádnou.

Vidíme tedy, že situace se během dvou let výrazně zlepšila a penetrace škol touto technologií je dnes téměř stoprocentní.

Efektivní srovnání s údaji z roku 2009 uvedenými v další zkoumané práci (Srnská, 2010) bohužel nemohu provést, protože informaci, že v roce 2009 byla průměrně jedna interaktivní tabule na jednu školu, není možné porovnávat s údaji, které jsem získal ve svém dotazníkovém šetření nebo které jsou uvedeny v již citované práci (Dufek, 2011).

4.4.2 Závislost počtu interaktivních dotykových tabulí na velikosti dané základní školy

V předchozí kapitole jsem zjišťoval, jakým počtem interaktivních tabulí jsou školy nejčastěji vybaveny. Nyní mě zajímá, jak závisí počet interaktivních dotykových tabulí na velikosti školy, která je vlastní. Výchozí domněnkou je, že čím větší škola, tím větší počet interaktivních tabulí ve výuce používá. Protože jsem pro stanovení velikosti školy i pro počet tabulí v dotazníku pro snazší a jednodušší vyplňování zvolil pouze několik málo velikostních intervalů, nikoli plnohodnotnou kvantitativní stupnici, nemohu nyní zjišťovat korelaci mezi případnými kvantitativními znaky počet žáků školy a počet používaných tabulí. Omezím se na test nezávislosti chí-kvadrát pro kontingenční tabulku (Chráska, 2007, s. 76 a násl.) mezi kvalitativním znakem velikost školy (s 5 hodnotami: 1 až 100, 101 až 200, 201 až 400, 401 až 600, nad 600) a kvalitativním znakem počet tabulí (rovněž s 5 hodnotami: žádná, 1, 2 až 4, 5 až 7, 8 a více). Stále pracuji zvláště se souborem dat pro Českou republiku a pro okres Plzeň-město. Nejdříve ověřím závislost či nezávislost velikosti školy a počtu tabulí pro rámeček celé České republiky.

Stanovím nulovou hypotézu H_0 , že mezi velikostí školy a počtem tabulí neexistuje žádná statisticky významná závislost. Dále stanovím alternativní hypotézu H_A , že mezi velikostí školy a počtem tabulí existuje statisticky významná závislost.

Zpracuji kontingenční tabulku reálných a teoretických četností všech přípustných kombinací obou kvalitativních znaků. Reálné četnosti vycházejí ze souboru zjištěných dat, teoretické četnosti jsou definované takto:

$$\text{teoretická četnost v buňce } i,j = \frac{\text{součet četností řádku } i \times \text{součet četností sloupce } j}{\text{celkový součet četností}}$$

Jednotlivé řádky určují velikost školy, jednotlivé sloupce udávají počet dotykových tabulí na škole.

Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti						
počet tabulí velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	1	5	17	5	0	28
101 až 200	2	14	44	22	11	93
201 až 400	1	2	31	40	47	121
401 až 600	1	0	17	27	49	94
nad 600	0	1	2	5	18	26
Σ sloupců	5	22	111	99	125	362

Tab. 4.5: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti

Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti						
počet tabulí velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	0,387	1,702	8,586	7,657	9,669	28
101 až 200	1,285	5,652	28,517	25,434	32,113	93
201 až 400	1,671	7,354	37,102	33,091	41,782	121
401 až 600	1,298	5,713	28,823	25,707	32,459	94
nad 600	0,359	1,580	7,972	7,110	8,978	26
Σ sloupců	5	22	111	99	125	362

Tab. 4.6: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti

Vzhledem k tomu, že velká část teoretických četností nedosahuje hodnoty 5, což je podmínka pro korektní použití tohoto testu (Chráška, 2007, s. 78), musím přistoupit ke sloučení tříd dat. Následují kontingenční tabulky reálných a teoretických četností po sloučení tříd dat. Reálné i teoretické četnosti jsou definovány stejně jako v předchozím případě.

Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti, po sloučení tříd dat					
počet tabulí velikost školy	0 až 1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	6	17	5	0	28
101 až 200	16	44	22	11	93
201 až 400	3	31	40	47	121
401 až 600	1	17	27	49	94
nad 600	1	2	5	18	26
Σ sloupců	27	111	99	125	362

Tab. 4.7: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti, po sloučení tříd dat

Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat					
počet tabulí velikost školy	0 až 1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	2,088	8,586	7,657	9,669	28
101 až 200	6,936	28,517	25,434	32,113	93
201 až 400	9,025	37,102	33,091	41,782	121
401 až 600	7,011	28,823	25,707	32,459	94
nad 600	1,939	7,972	7,110	8,978	26
Σ sloupců	27	111	99	125	362

Tab. 4.8: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat

Po sloučení tříd dat již kontingenční tabulka teoretických četností splňuje podmínku (Chráška, 2007, s. 78), že může obsahovat maximálně 20 % buněk s teoretickou četností menší než 5. Proto můžeme zpracovat tabulku chí-kvadrátů (χ^2), které jsou definovány následovně:

$$\chi^2 = \frac{(\text{teoretická četnost} - \text{reálná četnost})^2}{\text{teoretická četnost}}$$

Velikost školy a počet dotykových tabulí – chí-kvadráty				
počet tabulí velikost školy	0 až 1	2 až 4	5 až 7	8 a více
1 až 100	7,326	8,247	0,922	9,669
101 až 200	11,843	8,407	0,464	13,881
201 až 400	4,022	1,004	1,442	0,652
401 až 600	5,154	4,850	0,065	8,430
nad 600	0,455	4,474	0,626	9,067

Tab. 4.9: Velikost školy a počet dotykových tabulí – chí-kvadráty

Vypočtu testové kritérium, celkový chí-kvadrát, jako součet jednotlivých chí-kvadrátů $\chi_{\text{tot}}^2 = 101,0$ a naleznu kritickou hodnotu testového kritéria pro daný počet stupňů volnosti a hladinu významnosti. Počet stupňů volnosti vypočtu jako $(r-1)(s-1)$, kde r je počet řádků a s počet sloupců kontingenční tabulky, v našem případě je počet stupňů volnosti 12. Hladinu významnosti stanovíme na 0,05. Pro tyto hodnoty je kritická hodnota² testového kritéria $\chi_{0,05}^2(12) = 21,03$. Hodnota testového kritéria je výrazně větší, než je kritická hodnota, a proto zamítáme nulovou hypotézu H_0 , která tvrdí, že počet interaktivních tabulí nezávisí na velikosti školy. Mezi velikostí školy a počtem dotykových tabulí v rámci České republiky byla prokázána statisticky významná závislost.

Konkrétní tvar této závislosti (např. lineární, exponenciální) se u daného typu dat určit nedá. Ze srovnání kontingenčních tabulek skutečných a teoretických četností je ale zřejmé, že vyšší počet žáků odpovídá vyššímu počtu tabulí. To je vidět např. z toho, že pro školy nad 600 žáků by mělo mít v případě nezávislosti 8 a více tabulí pouze 9 z nich, ale ve skutečnosti jich je mnohem víc, konkrétně 18. Naopak u škol do 100 žáků by mělo mít v případě nezávislosti více než 8 tabulí 10 škol, nemá je však ani jediná. Závěr z kontingenčních tabulek skutečných a teoretických četností je jasný, vyšší počet žáků školy odpovídá vyššímu počtu interaktivních tabulí.

Dále ověřím závislost či nezávislost velikosti školy a počtu tabulí pro okres Plzeň-město. Postupuji stejným způsobem jako v předchozím případě. Nejprve stanovím nulovou hypotézu H_0 , že mezi velikostí školy a počtem tabulí neexistuje žádná statisticky

² Kritická hodnota byla v tomto i v následujících případech vypočtena pomocí statistické funkce CHIINV aplikace MS Excel 2007.

významná závislost. Dále stanovím alternativní hypotézu H_A , že mezi velikostí školy a počtem tabulí existuje statisticky významná závislost.

Zpracuji kontingenční tabulku reálných a teoretických četností všech možných kombinací obou kvalitativních znaků. Jednotlivé řádky určují velikost školy, jednotlivé sloupce udávají počet dotykových tabulí na škole.

Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti						
počet tabulí velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	0	0	0	0	0	0
101 až 200	0	0	0	0	0	0
201 až 400	0	1	3	2	9	15
401 až 600	0	0	1	8	8	17
nad 600	0	0	3	10	5	18
Σ sloupců	0	1	7	20	22	50

Tab. 4.10: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti

Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti						
počet tabulí velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	0	0	0	0	0	0
101 až 200	0	0	0	0	0	0
201 až 400	0	0,3	2,1	6	6,6	15
401 až 600	0	0,34	2,38	6,8	7,48	17
nad 600	0	0,36	2,52	7,2	7,92	18
Σ sloupců	0	1	7	20	22	50

Tab. 4.11: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti

Vzhledem k tomu, že velká část teoretických četností nedosahuje hodnoty 5, musím přistoupit k razantnímu sloučení tříd dat. Následují kontingenční tabulky reálných a teoretických četností po sloučení tříd dat.

Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti, po sloučení tříd dat				
počet tabulí velikost školy	0 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 400	4	2	9	15
401 až 600	1	8	8	17
nad 600	3	10	5	18
Σ sloupců	8	20	22	50

Tab. 4.12: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti, po sloučení tříd dat

Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat				
počet tabulí velikost školy	0 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 400	2,40	6,00	6,60	15
401 až 600	2,72	6,80	7,48	17
nad 600	2,88	7,20	7,92	18
Σ sloupců	8	20	22	50

Tab. 4.13: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat

Zpracuji tabulku chí-kvadrátů (χ^2) zcela stejným způsobem jako v předchozím uváděném případě.

Velikost školy a počet dotykových tabulí – chí-kvadráty			
počet tabulí velikost školy	0 až 1	2 až 4	5 až 7
1 až 400	1,067	2,667	0,873
401 až 600	1,088	0,212	0,036
nad 600	0,005	1,089	1,077

Tab. 4.14: Velikost školy a počet dotykových tabulí – chí-kvadráty

Vypočtu testové kritérium celkový chí-kvadrát jako součet jednotlivých chí-kvadrátů $\chi_{\text{tot}}^2 = 8,11$ a naleznou kritickou hodnotu testového kritéria pro daný počet stupňů volnosti a hladinu významnosti. V tomto případě je počet stupňů volnosti 4, hladinu významnosti

stanovím na 0,05. Pro tyto hodnoty je kritická hodnota testového kritéria $\chi_{0,05}^2(4) = 9,49$. Hodnota testového kritéria je menší než kritická hodnota, a proto nemohu zamítnout nulovou hypotézu H_0 , že počet interaktivních tabulí nezávisí na velikosti školy. Mezi velikostí školy a počtem dotykových tabulí v rámci okresu Plzeň-město nebyla prokázána statisticky významná závislost.

Domnívám se, že důvodem neprokázání závislosti mezi velikostí školy a počtem dotykových tabulí v okrese Plzeň-město není ani tak fakt, že žádná závislost neexistuje, jako spíše malá velikost zpracovávaného datového souboru, nulové četnosti v mnoha buňkách původní kontingenční tabulky a z toho plynoucí potřeba razantního slučování tříd dat.

4.4.3 Používané typy interaktivních dotykových tabulí

V dalším jsem se zaměřil na zjištění, které typy interaktivních dotykových tabulí základní školy v České republice nejčastěji využívají. Víceméně lze říci, že co jeden výrobce tabulí, to jeden typ z hlediska obsluhy a ovládání tabule. Jednotlivé typy tabulí jednoho výrobce jsou funkčně téměř rovnocenné. Zjištěné údaje uvádím v následujících tabulkách a grafech, opět odděleně pro Českou republiku a okres Plzeň-město.

Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí – Česká republika		
výrobce / značka tabule	počet výskytů	procentuální výskyt
SmartBoard	304	59 %
ActiveBoard	114	22 %
eBeam	31	6 %
InterWrite	18	4 %
ONfinity	7	1 %
Panaboard	5	1 %
ostatní	34	7 %

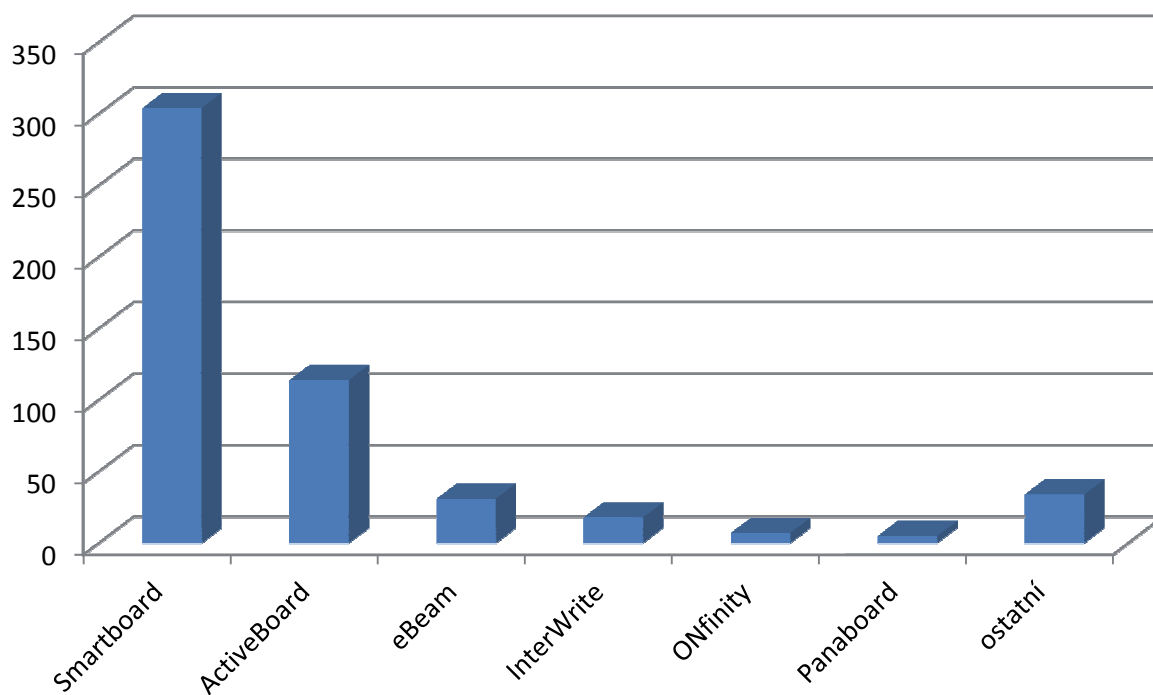
Tab. 4.15: Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí – Česká republika

Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí – Plzeň-město		
výrobce / značka tabule	počet výskytů	procentuální výskyt
SmartBoard	37	49 %

ActiveBoard	22	29 %
eBeam	10	13 %
InterWrite	1	1 %
ONfinity	1	1 %
Panaboard	0	0 %
ostatní	4	5 %

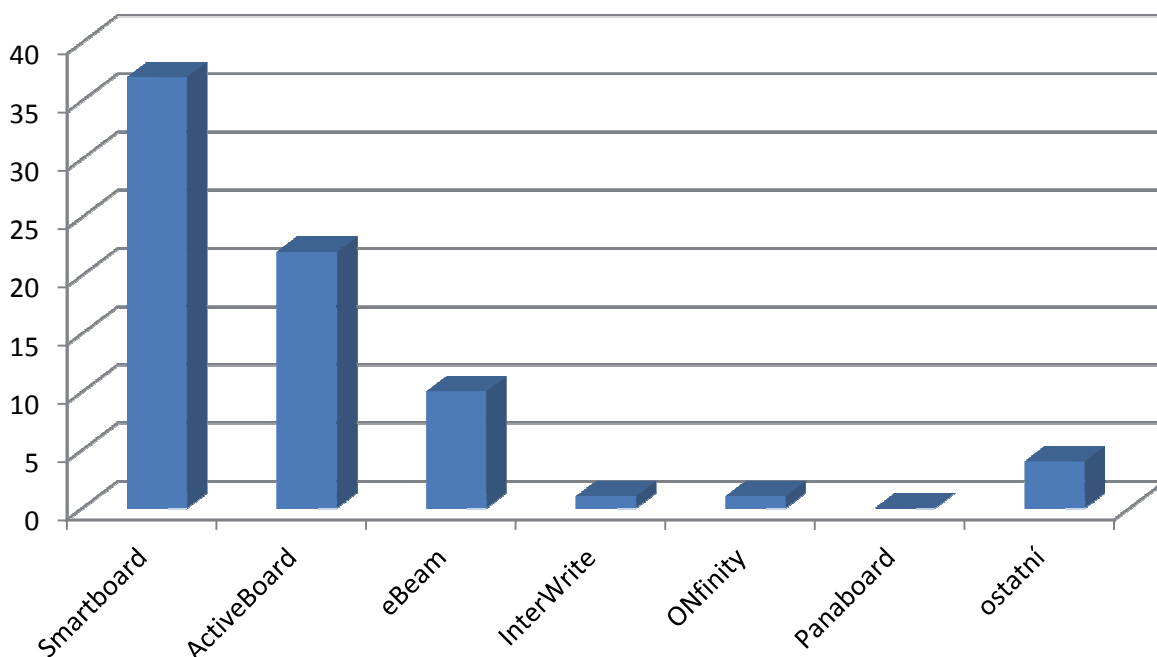
Tab. 4.16: Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí – Plzeň-město

Používané typy interaktivních tabulí – Česká republika



Graf 4.5: Používané typy interaktivních tabulí – Česká republika

Používané typy interaktivních tabulí – Plzeň-město



Graf 4.6: Používané typy interaktivních tabulí – Plzeň-město

Je patrné, že jednoznačně nejrozšířenějším typem tabulí v České republice jsou tabule výrobce SmartBoard s 304 výskyty (Plzeň-město 37), což je 59 % (Plzeň-město 49 %). Za zmínku ještě stojí výskyt tabulí značky ActiveBoard, kterých se v mém dotazníkovém šetření objevilo 114 (Plzeň-město 22), neboli 22 % (Plzeň-město 29 %). Ostatní výrobci interaktivních dotykových tabulí jsou ve výrazné menšině. Z toho vyplývá, že má význam připravovat specifické materiály pouze pro tabule značky SmartBoard, případně ještě pro tabule ActiveBoard. Ještě lepší je ale koncipovat učební materiály takovým stylem, aby mohly být využity na všech běžných tabulích s libovolným ovládním, které je do jisté míry standardizované. Není vhodné připravovat výukové pomůcky s využitím specifických ovládacích prvků, které na všech ostatních typech tabulí nebudou korektně fungovat.

Opět zařazují srovnání současného stavu se stavem z roku 2011. Podle již zmíněné práce (Dufek, 2011) bylo tehdy na školách 58 % tabulí značky SmartBoard a 26 % tabulí typu ActiveBoard. Zbytek jsou produkty jiným minoritních výrobců, např. tabule typu eBeam nebyla v dotazníku z roku 2011 vůbec zmíněna. Ve srovnání se současným stavem je vidět, že tabule SmartBoard mají stále stejné a největší rozšíření a také používání tabulí ActiveBoard zůstává na stejné úrovni.

4.4.4 Míra používání různých typů softwarových aplikací při výuce s pomocí interaktivní dotykové tabule

Dalším důležitým cílem výzkumu bylo zjišťování, jak často používají vyučující při výuce pomocí interaktivních tabulí různé druhy aplikací či softwarových nástrojů. Pro tyto účely jsem si vymezil základní užívané skupiny aplikací a sledovali četnost jejich použití. Dotazník umožňoval respondentům vyplnit volitelně četnosti užití aplikací pro tři různé vyučovací předměty či způsoby využití tabule. Pro tyto účely je možné odpovědi ke všem třem předmětům sloučit do jednoho souboru dat, v tomto případě mě nezajímá, zda je jistý charakteristický způsob užití aplikací na interaktivní tabuli uveden v rámci prvního, druhého nebo třetího předmětu. Stále však uvádím odděleně výsledky pro Českou republiku a okres Plzeň-město.

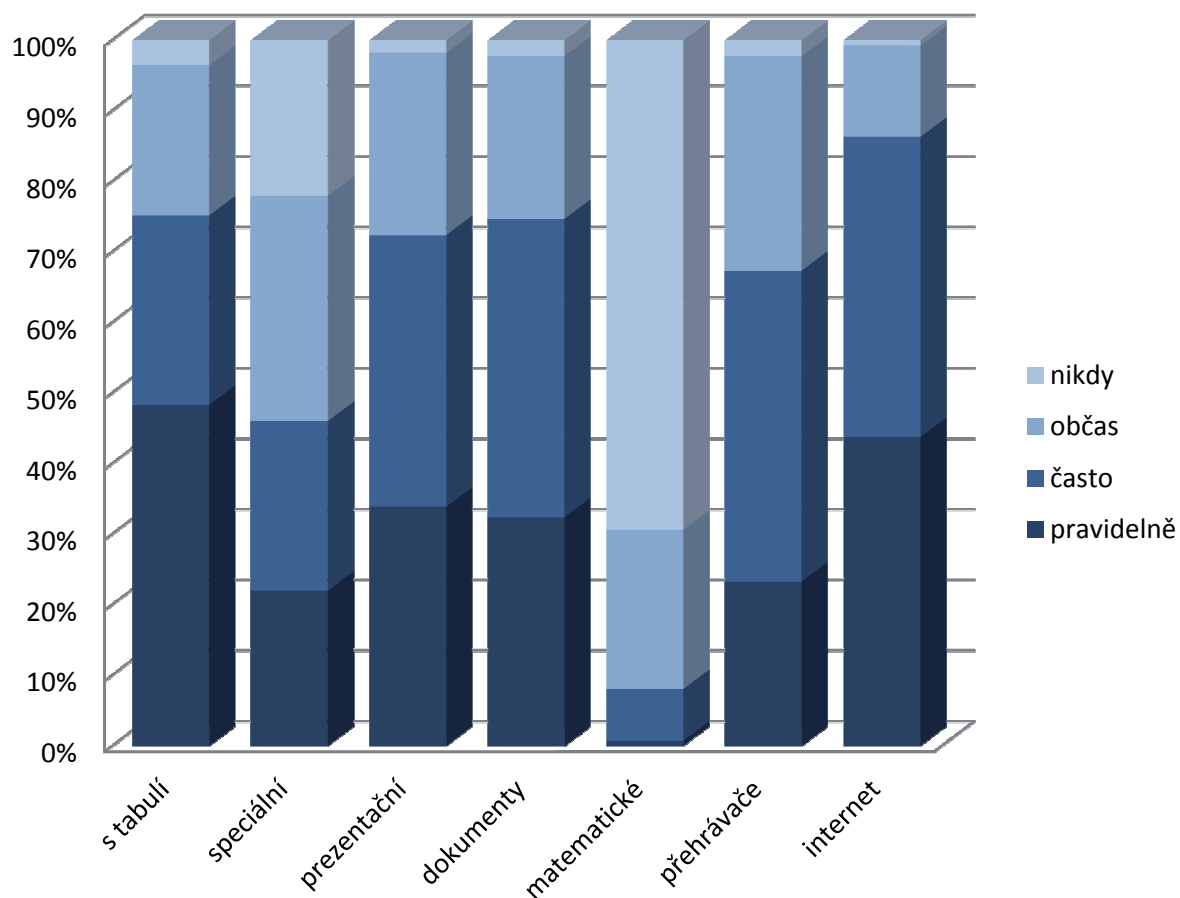
Míra používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích – Česká republika				
typ aplikace	pravidelně počet (%)	často počet (%)	občas počet (%)	nikdy počet (%)
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio...)	191 (48 %)	106 (27 %)	84 (21 %)	14 (4 %)
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...)	87 (22 %)	95 (24 %)	126 (32 %)	87 (22 %)
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	134 (34 %)	152 (38 %)	102 (26 %)	7 (2 %)
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	128 (32 %)	167 (42 %)	91 (23 %)	9 (2 %)
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	3 (1 %)	29 (7 %)	89 (23 %)	274 (69 %)
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	92 (23 %)	174 (44 %)	120 (30 %)	9 (2 %)
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	173 (44 %)	168 (43 %)	51 (13 %)	3 (1 %)

Tab. 4.17: Míra používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích – Česká republika

Míra používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích – Plzeň-město				
typ aplikace	pravidelně počet (%)	často počet (%)	občas počet (%)	nikdy počet (%)
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio...)	16 (31 %)	11 (21 %)	18 (35 %)	7 (13 %)
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...)	6 (12 %)	7 (13 %)	23 (44 %)	16 (31 %)
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	12 (23 %)	19 (37 %)	16 (31 %)	5 (10 %)
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	12 (23 %)	24 (46 %)	13 (25 %)	3 (6 %)
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	2 (4 %)	4 (8 %)	8 (15 %)	38 (73 %)
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	10 (19 %)	15 (29 %)	24 (46 %)	3 (6 %)
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	22 (42 %)	17 (33 %)	11 (21 %)	2 (4 %)

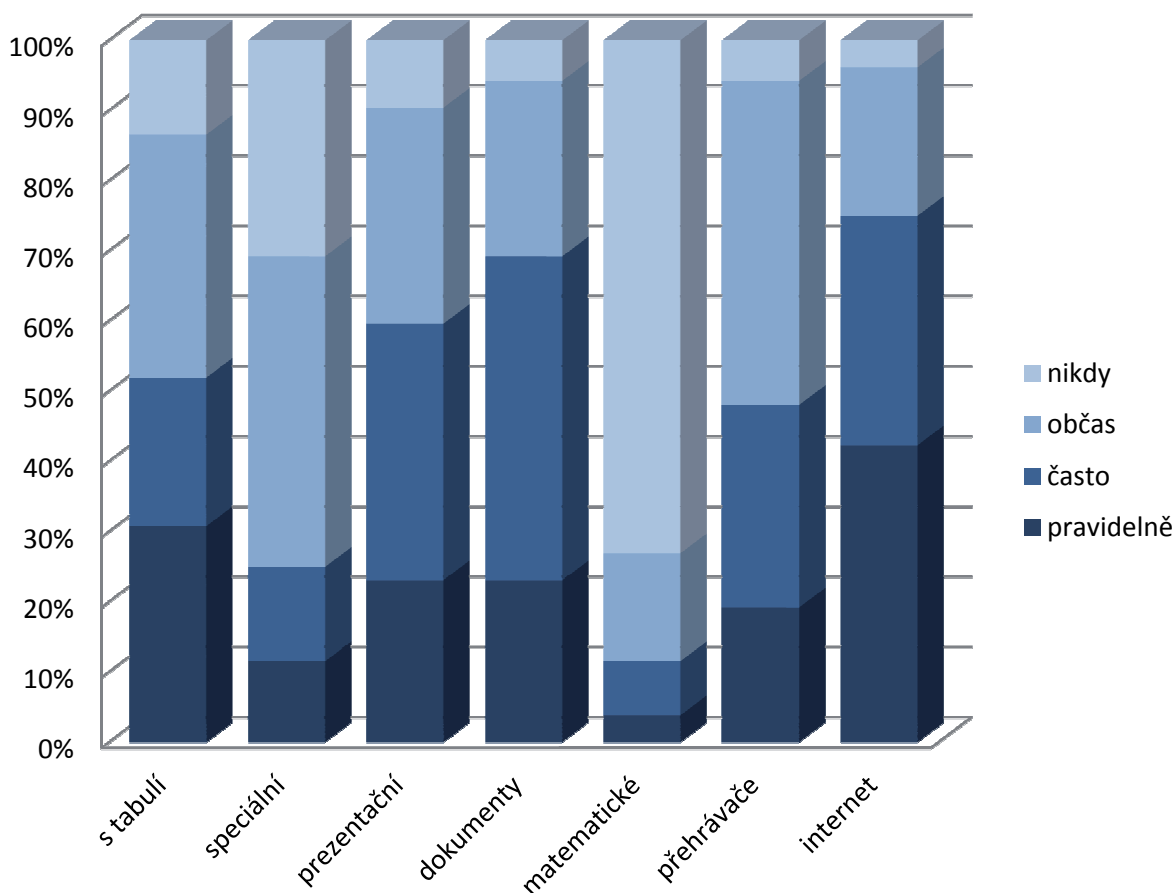
Tab. 4.18: Míra používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích – Plzeň-město

Míra používání SW aplikací na interaktivních tabulích – Česká republika



Graf 4.7: Míra používání SW aplikací na interaktivních tabulích – Česká republika

Míra používání SW aplikací na interaktivních tabulích – Plzeň-město



Graf 4.8: Míra používání SW aplikací na interaktivních tabulích – Plzeň-město

Z výše uvedených tabulek i grafů je zřejmé portfolio typů aplikací užívaných při výuce pomocí interaktivních dotykových tabulí. Při srovnávání údajů pro datový soubor za celou Českou republiku a za okres Plzeň-město jsou při bližším zkoumání patrné menší rozdíly, ty se však pokusím rozebrat později. Základní parametry používání různých druhů aplikací jsou pro oba soubory shodné.

Nejpoužívanějšími typy aplikací jsou aplikace dodávané výrobcem (SmartNotebook, ActiveStudio apod.), prezentační aplikace (typu PowerPoint), prohlížeče různých typů dokumentů (Word, Excel, PDF apod.) a prohlížeče pro přístup k internetovým webovým stránkám (Microsoft Internet Explorer, FireFox apod.)

75 % respondentů v rámci České republiky (52 % v rámci okresu Plzeň-město) udává, že používá pravidelně nebo často aplikace dodávané výrobcem spolu s tabulí. Toto je přirozené a dobře vysvětlitelné, popisovanou softwarovou výbavu škola dostane

automaticky zdarma s tabulí a tyto aplikace jsou také zpravidla s obslužným softwarem pro tabuli rovnou nainstalovány.

Prezentační aplikace typu PowerPoint používá pravidelně či často 72 % respondentů z České republiky (60 % v rámci okresu Plzeň-město). Prohlížeče dokumentů typu Word, Excel či PDF a další používá hodně 75 % respondentů ze souboru Česká republika (69 % z okresu Plzeň-město). I zde je vysvětlení poměrně přímočaré. I když nejsou tyto aplikace zdarma a nejsou instalovány společně s hardwarem interaktivní dotykové tabule, jde o aplikace značně rozšířené a užívané. Dokumenty Microsoft Word, resp. tabulky Microsoft Excel či prezentace PowerPoint se stávají nepsaným standardem pro tyto druhy dokumentů, byť se jedná o dokumenty vytvořené komerčními aplikacemi. Ačkoli by měly být standardem spíše nějaké otevřené formáty, jsou výrazně více preferovány a podporovány uvedené formáty Word, Excel a PowerPoint, a to i např. státní správou, která by jistě neměla podporovat dokumentovou platformu jednoho soukromého dodavatele (Microsoft). Z uvedeného důvodu je velmi pravděpodobné, že Word, Excel i PowerPoint budou na obslužném počítači u dotykové tabule nainstalovány a intenzivně využívány.

86 % respondentů v rámci České republiky (75 % v rámci okresu Plzeň-město) přistupuje při výuce pomocí interaktivní tabule často nebo pravidelně na internet prostřednictvím běžných internetových prohlížečů. I toto se neodchyluje od mých předpokladů. Internetové prohlížeče jsou běžnou softwarovou výbavou každého osobního počítače a internetové prostředí obsahuje velké množství potenciálně vhodných výukových materiálů s didaktickou přidanou hodnotou.

V druhém sledu jsou další typy aplikací, které jsou také poměrně intenzivně využívány, ale již znatelně méně než aplikace zmíněné v předchozích odstavcích. Přehrávače médií, typicky nejspíše videa a audia, využívá pravidelně nebo často 67 % odpovídajících v rámci České republiky (48 % v rámci okresu Plzeň-město). Speciální aplikace určené pro výuku prostřednictvím interaktivních dotykových tabulí, které však nejsou vyvíjené a dodávané samotnými výrobci tabulí, hodně (pravidelně nebo často) využívá 46 % učitelů z České republiky (25 % z okresu Plzeň-město). Typickým zástupcem těchto aplikací na českém trhu jsou interaktivní i-učebnice Nakladatelství Fraus. Výsledek pro přehrávače videa a audia rovněž odpovídá očekávání. Přehrávače jsou nativními aplikacemi každého standardně nainstalovaného počítače, samotné video a audio však nemá takový didaktický účinek jako jiné druhy materiálů a nehodí se tak často pro zařazení do přímé výuky. Překvapivě nízký je pro mne dosažený výsledek

speciálních aplikací typu i-učebnice. Domníval jsem se, že tento druh aplikací je výrazně více rozšířený. Nicméně se patrně jednalo o domněnku zapříčiněnou tím, že jsem zaměstnancem Nakladatelství Fraus a výuka na interaktivní tabuli pomocí takové i-učebnice je pro mne samozřejmostí.

Dle očekávání skončily na posledním místě speciální matematické aplikace, jako jsou Cabri, Derive či GeoGebra. V rámci České republiky je pravidelně či často užívá 8 % učitelů (v rámci okresu Plzeň-město pak 12 % učitelů). Tento nízký výsledek je dán tím, že matematické aplikace se používají pouze ve výuce matematiky a možná občas případně ve výuce fyziky. Nicméně je pozitivní, že tyto aplikace učitelé znají a používají.

4.4.5 Rozdíly pro soubory dat z České republiky a okresu Plzeň-město

S výjimkou typu matematických aplikací, u kterých jsou však procentuální hodnoty celkově velmi malé, vykazují všechny zjištěné hodnoty stejný trend. V rámci souboru shromážděných dat za ČR dávají údaje pro všechny typy aplikací lepší výsledky, než dává soubor dat z okresu Plzeň-město. Přehledně jsou zmíněné údaje uspořádány v tabulce.

Srovnání výsledků v souborech dat Česká republika – Plzeň-město		
typ aplikace	pravidelně či často Česká republika	pravidelně či často Plzeň-město
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio...)	75 %	52 %
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...)	46 %	25 %
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	72 %	60 %
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	75 %	69 %
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	8 %	12 %
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	67 %	48 %
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	86 %	75 %

Tab. 4.19: Srovnání výsledků v souborech dat Česká republika – Plzeň-město

První na řadě se nabízí závěr, že v Plzni-městě vyučující využívají dotykové interaktivní tabule významně méně než ve zbytku republiky. S tímto závěrem se nemohu ztotožnit. Pro takové tvrzení není žádný důvod a zejména proti němu svědčí i pokrytí škol interaktivními dotykovými tabulemi, které jsem zjišťoval v rámci dotazníku rovněž. V rámci České republiky má 62 % základních škol 5 a více interaktivních dotykových tabulí, v rámci okresu Plzeň-město má 5 a více tabulí již 75 % škol. Představa, že školy v Plzni vlastní výrazně více tabulí a přitom je výrazně méně využívají, není příliš pravděpodobná.

Domnívám se, že příčina rozdílných výsledků dosažených v obou datových souborech spočívá v rozdílném způsobu sběru dat, jedná se o typický výběrový efekt. Jak již bylo uvedeno dříve, soubor dat za celou Českou republiku byl získán plošnou rozesílkou na 3 205 emailových adres získaných z databáze marketingového oddělení Nakladatelství Fraus. U tohoto způsobu nepředpokládám výraznou multiplikaci dotazníků dalším preposíláním. Odezva na tuto rozesílkou činila přibližně 11 %. Soubor dat z okresu Plzeň-město byl získán cíleným obesláním emailových adres spolupracovníků Střediska pedagogické praxe Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni se žádostí o preposlání dotazníku kolegům. Odezvu v tomto případě odhaduji na blízkou 100 % oslovených.

V případě 11% odezvy v České republice lze důvodně předpokládat, že odpovídali především ti učitelé, kteří danou technologii, tj. interaktivní dotykové tabule, aktivně využívají a mají s ní zkušenosti. Proto mohly být výsledky zkresleny směrem k většímu využívání tabulí. V případě extrémně velké odezvy v okrese Plzeň-město odpovídali téměř všichni učitelé, ke kterým se dotazník se žádostí o vyplnění dostal. V takovém vzorku učitelů jsou přirozeně učitelé, kteří interaktivní tabule aktivně využívají, i učitelé, kteří je využívají málo nebo téměř nevyžívají. Pak dostáváme výsledky, které udávají menší používání tabulí. Tyto výsledky pro okres Plzeň-město však mohou být z právě uvedených důvodů bližší realitě.

Pro úplnost uvedu ještě jeden možný důvod rozdílu ve výsledcích. V rámci rozesílky na školy po České republice byla velká část emailů směřována na statutární zástupce jednotlivých škol. Tito mají zájem, aby se jejich škola jevila „v dobrém světle“ jako aktivní, využívající nové technologie, a proto odpovídali do jisté míry pozitivněji, než by odpovídali řadoví učitelé. V rámci rozesílky v okrese Plzeň-město a následného preposílání mezi respondenty se dotazníky dostaly vesměs k řadovým učitelům, kteří

odpovídali tak, jak oni sami osobně technologii dotykových tabulí využívají. Opět se lze domnívat, že výsledky pro okres Plzeň-město jsou bližší realitě.

V případě podrobnější analýzy získaných dat je tedy možno mezi oběma soubory dohledat znatelné rozdíly, které mohou sloužit k demonstraci toho, co vše může ovlivnit výsledek dotazování. Pro eliminaci těchto rozdílů bych musel přesněji vybírat cílovou skupinu respondentů a zejména bych musel zajistit vysokou odezvu na rozesílku dotazníků, optimálně 50 % nebo raději více. Gavora uvádí, že se za požadovanou minimální návratnost dotazníkového průzkumu považuje 75 %, nicméně dále konstatuje, že dosáhnout takové návratnosti je velice těžké, a proto se připouští i návratnost menší. (Gavora, 2010, str. 130). Použití on-line dotazníků však nemá v sobě zabudované žádné mechanismy, díky kterým by bylo možné dosáhnout tak vysoké návratnosti. Chybí zde efektivní prvek ať už pozitivní či naopak negativní motivace.

Oba soubory dat však dávají srovnatelné výsledky, pokud nás pouze zajímá, které typy aplikací jsou využívány nejčastěji, které méně často, které téměř vůbec. Tato zjištění byla postulována jako cíle mého výzkumu, a proto jsou soubory dat a z nich získané výsledky pro moje potřeby vyhovující.

4.4.6 Rozšíření učeben vybavených dataprojektory nebo TV na základních školách v České republice

Vzhledem k tomu, že jsem před zahájením výzkumu předpokládal, že interaktivní dotykové tabule nebudou na základních školách v České republice rozšířeny na výrazné většině škol, rozhodl jsem se zjistit rovněž, jaká je situace u technologie o jednu generaci starší. Touto technologií rozumím učebny vybavené dataprojektory nebo televizními monitory, které také zprostředkovávají žákům obrazový výstup počítače, na rozdíl od dotykové tabule ale bez možnosti okamžité dotykové zpětné vazby a možnosti ovládní počítače přímo z místa u tabule (projekční plochy). Dalším cílem výzkumu bylo tedy zjistit, jaké procento škol má učebny vybavené dataprojektory nebo televizními monitory a kolik takových učeben má pro potřeby výuky běžná základní škola v České republice k dispozici. Nutno podotknout, že uvedený předpoklad nedostatečného pokrytí základních škol interaktivními tabulemi nebyl realizovaným výzkumem potvrzen, jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách. Zjištěné údaje o učebnách s dataprojektory a televizními monitory uvádím v následujících tabulkách a grafech. V tomto případě také uvádíme výsledky pro celou Českou republiku i odděleně pro okres Plzeň-město.

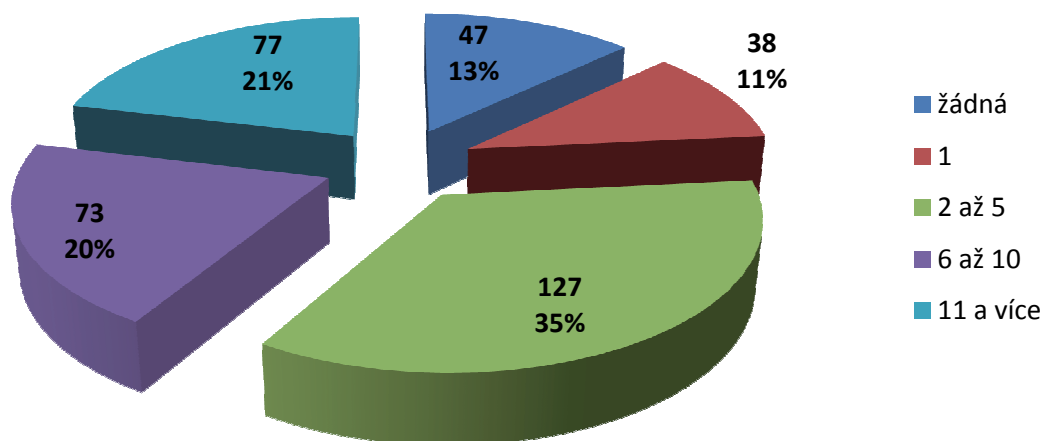
Počet učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV – Česká republika		
počet učeben s dataprojektorem / TV	počet škol	počet škol v procentech
žádná	47	13 %
1	38	11 %
2 až 5	127	35 %
6 až 10	73	20 %
11 a více	77	21 %

Tab. 4.20: Počet učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV – Česká republika

Počet učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV – Plzeň-město		
počet učeben s dataprojektorem / TV	počet škol	počet škol v procentech
žádná	7	14 %
1	3	6 %
2 až 5	20	40 %
6 až 10	15	30 %
11 a více	5	10 %

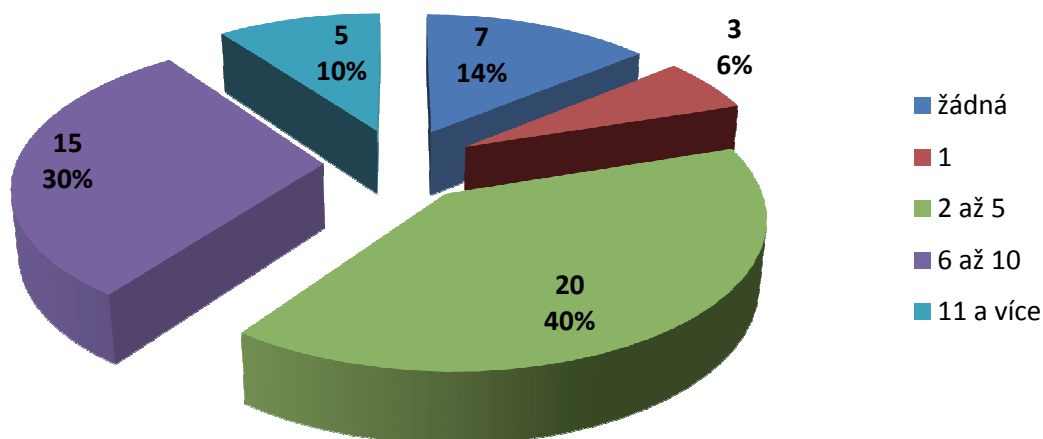
Tab. 4.21: Počet učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV – Česká republika

Učebny s dataprojektorem nebo TV – Česká republika



Graf 4.9: Učebny s dataprojektorem nebo TV – Česká republika

Učebny s dataprojektorem nebo TV – Plzeň-město



Graf 4.10: Učebny s dataprojektorem nebo TV – Plzeň-město

Z výsledků výzkumu je zřejmé, že v České republice je poměrně velký počet škol, které nemají žádnou učebnu vybavenou jen dataprojektorem bez připojení k interaktivní tabuli nebo jen televizním monitorem, případně které mají takovou učebnu pouze jednu. V rámci České republiky je takových škol 23 %, v rámci okresu Plzeň-město je to srovnatelných 20 %. Základní školy v České republice jsou výrazně lépe vybaveny modernější technologií, tj. interaktivními dotykovými tabulemi, než starší technologií samostatných dataprojektorů či televizních monitorů. Tento závěr je v nesouladu s předpokladem učiněným před zahájením výzkumu, že školy budou mít více učeben s dataprojektory než s interaktivními tabulemi. Kvůli tomuto předpokladu jsem také použil jinou škálu počtu dotykových tabulí a jinou škálu počtu učeben s dataprojektory. Je zřejmé, že po stránce moderních technologií školství v České republice drží krok se světovými trendy.

4.4.7 Závislost počtu učeben s dataprojektory nebo televizními monitory na velikosti dané základní školy

V předchozí kapitole jsem zjišťoval, jakým počtem učeben s dataprojektory nebo televizními monitory jsou školy nejčastěji vybaveny. Nyní mě zajímá, jak závisí počet takových učeben na velikosti školy. Výchozí domněnkou je, čím větší škola, tím má zřízený větší počet těchto učeben. Protože jsem pro stanovení velikosti školy i pro počet učeben v dotazníku pro snazší a jednodušší vyplňování zvolil pouze několik málo

velikostních intervalů, nikoli plnohodnotnou kvantitativní stupnici, nemohu nyní zjišťovat korelaci mezi případnými kvantitativními znaky počet žáků školy a počet používaných učeben. Omezím se na test nezávislosti chí-kvadrát pro kontingenční tabulku (Chráska, 2007, s. 76 a násl.) mezi kvalitativním znakem velikost školy (s 5 hodnotami: 1 až 100, 101 až 200, 201 až 400, 401 až 600, nad 600) a kvalitativním znakem počet učeben s dataprojektory a TV (rovněž s 5 hodnotami: žádná, 1, 2 až 5, 6 až 10, 11 a více). Stále pracuji zvláště se souborem dat pro Českou republiku a pro okres Plzeň-město. Nejdříve ověřím závislost či nezávislost velikosti školy a počtu učeben s dataprojektory a TV pro rámec celé České republiky.

Stanovím nulovou hypotézu H_0 , že mezi velikostí školy a počtem takových učeben neexistuje žádná statisticky významná závislost. Dále stanovím alternativní hypotézu H_A , že mezi velikostí školy a počtem učeben existuje statisticky významná závislost.

Zpracuji kontingenční tabulku reálných a teoretických četností všech přípustných kombinací obou kvalitativních znaků stejně, jako v případě interaktivních tabulí. Jednotlivé řádky určují velikost školy, jednotlivé sloupce udávají počet učeben s dataprojektory nebo televizními monitory na škole.

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti						
počet učeben velikost školy	žádná	1	2 až 5	6 až 10	11 a více	Σ řádků
1 až 100	9	7	10	2	0	28
101 až 200	11	18	36	21	7	93
201 až 400	21	7	43	26	24	121
401 až 600	6	6	31	17	34	94
nad 600	0	0	7	7	12	26
Σ sloupců	47	38	127	73	77	362

Tab. 4.22: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti						
počet učeben velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	3,635	2,939	9,823	5,646	5,956	28
101 až 200	12,075	9,762	32,627	18,754	19,782	93
201 až 400	15,710	12,702	42,450	24,401	25,738	121
401 až 600	12,204	9,867	32,978	18,956	19,994	94
nad 600	3,376	2,729	9,122	5,243	5,530	26
Σ sloupců	47	38	127	73	77	362

Tab. 4.23: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti

Vzhledem k tomu, že velká část teoretických četností nedosahuje hodnoty 5, což je podmínka pro korektní použití tohoto testu (Chrásková, 2007, s. 78), musím přistoupit ke sloučení tříd dat. Následují kontingenční tabulky reálných a teoretických četností po sloučení tříd dat. Reálné i teoretické četnosti jsou definovány stejně jako v předchozím případě.

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti, po sloučení tříd dat					
počet učeben velikost školy	0 až 1	2 až 5	6 až 10	11 a více	Σ řádků
1 až 100	16	10	2	0	28
101 až 200	29	36	21	7	93
201 až 400	28	43	26	24	121
401 až 600	12	31	17	34	94
nad 600	0	7	7	12	26
Σ sloupců	85	127	73	77	362

Tab. 4.24: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti, po sloučení tříd dat

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat					
počet učeben velikost školy	0 až 1	2 až 5	6 až 10	11 a více	Σ řádků
1 až 100	6,575	9,823	5,646	5,956	28
101 až 200	21,837	32,627	18,754	19,782	93
201 až 400	28,412	42,450	24,401	25,738	121
401 až 600	22,072	32,978	18,956	19,994	94
nad 600	6,105	9,122	5,243	5,530	26
Σ sloupců	85	127	73	77	362

Tab. 4.25: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat

Po sloučení tříd dat již kontingenční tabulka teoretických četností splňuje podmínku (Chráška, 2007, s. 78), že může obsahovat maximálně 20 % buněk s teoretickou četností menší než 5. Proto mohu zpracovat tabulku chí-kvadrátů (χ^2).

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – chí-kvadráty				
počet učeben velikost školy	0 až 1	2 až 5	6 až 10	11 a více
1 až 100	13,512	0,003	2,355	5,956
101 až 200	2,350	0,349	0,269	8,259
201 až 400	0,006	0,007	0,105	0,117
401 až 600	4,596	0,119	0,202	9,810
nad 600	6,105	0,493	0,589	7,568

Tab. 4.26: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – chí-kvadráty

Vypočtu testové kritérium celkový chí-kvadrát jako součet jednotlivých chí-kvadrátů $\chi^2_{\text{tot}} = 62,77$ a naleznou kritickou hodnotu testového kritéria pro daný počet stupňů volnosti a hladinu významnosti. Počet stupňů volnosti je 12, hladinu významnosti stanovíme na 0,05. Pro tyto hodnoty je kritická hodnota testového kritéria $\chi^2_{0,05}(12) = 21,03$. Hodnota testového kritéria je výrazně větší než je kritická hodnota, a proto zamítám nulovou hypotézu H_0 , která tvrdí, že počet učeben s dataprojektory nebo

televizními monitory nezávisí na velikosti školy. Mezi velikostí školy a počtem takových učeben v rámci České republiky byla prokázána statisticky významná závislost.

Konkrétní tvar této závislosti (např. lineární, exponenciální) se u daného typu dat určit nedá. Ze srovnání kontingenčních tabulek skutečných a teoretických četností je ale zřejmé, že vyšší počet žáků odpovídá vyššímu počtu učeben. To je vidět např. z toho, že pro školy nad 600 žáků by mělo mít v případě nezávislosti 11 a více učeben pouze 6 z nich, ale ve skutečnosti jich je mnohem víc, konkrétně 12. Naopak u škol do 100 žáků by mělo mít v případě nezávislosti více než 10 učeben 6 škol, nemá je však ani jediná. Závěr z kontingenčních tabulek skutečných a teoretických četností je jasný, vyšší počet žáků školy odpovídá vyššímu počtu učeben s dataprojektory nebo televizními monitory.

Dále ověřím závislost či nezávislost velikosti školy a počtu učeben s dataprojektory nebo televizními monitory pro okres Plzeň-město. Postupuji stejným způsobem jako v předchozím případě. Nejprve stanovím nulovou hypotézu H_0 , že mezi velikostí školy a počtem takových učeben neexistuje žádná statisticky významná závislost. Dále stanovím alternativní hypotézu H_A , že mezi velikostí školy a počtem učeben existuje statisticky významná závislost.

Zpracuji kontingenční tabulku reálných a teoretických četností všech možných kombinací obou kvalitativních znaků. Jednotlivé řádky určují velikost školy, jednotlivé sloupce udávají počet učeben s dataprojektory nebo televizními monitory na škole.

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti						
počet učeben velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	0	0	0	0	0	0
101 až 200	0	0	0	0	0	0
201 až 400	2	1	6	4	2	15
401 až 600	4	0	7	5	1	17
nad 600	1	2	7	6	2	18
Σ sloupců	7	3	20	15	5	50

Tab. 4.27: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti						
počet učeben velikost školy	žádná	1	2 až 4	5 až 7	8 a více	Σ řádků
1 až 100	0	0	0	0	0	0
101 až 200	0	0	0	0	0	0
201 až 400	2,1	0,9	6	4,5	1,5	15
401 až 600	2,38	1,02	6,8	5,1	1,7	17
nad 600	2,52	1,08	7,2	5,4	1,8	18
Σ sloupců	7	3	20	15	5	50

Tab. 4.28: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti

Vzhledem k tomu, že velká část teoretických četností nedosahuje hodnoty 5, musím přistoupit k razantnímu sloučení tříd dat. Následují kontingenční tabulky reálných a teoretických četností po sloučení tříd dat.

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti, po sloučení tříd dat			
počet učeben velikost školy	0 až 5	6 a více	Σ řádků
1 až 400	9	6	15
401 až 600	11	6	17
nad 600	10	8	18
Σ sloupců	30	20	50

Tab. 4.29: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti, po sloučení tříd dat

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat			
počet učeben velikost školy	0 až 5	6 a více	Σ řádků
1 až 400	9	6	15
401 až 600	10,2	6,8	17

nad 600	10,8	7,2	18
Σ sloupců	30	20	50

Tab. 4.30: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat

Zpracuji tabulku chí-kvadrátů (χ^2) stejně jako v předchozích případech.

Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – chí-kvadráty		
počet učeben velikost školy	0 až 5	6 a více
1 až 400	0,0000	0,0000
401 až 600	0,0627	0,0941
nad 600	0,0593	0,0889

Tab. 4.31: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – chí-kvadráty

Vypočtu testové kritérium celkový chí-kvadrát jako součet jednotlivých chí-kvadrátů $\chi_{\text{tot}}^2 = 0,3050$ a naleznou kritickou hodnotu testového kritéria pro daný počet stupňů volnosti a hladinu významnosti. V tomto případě je počet stupňů volnosti 2, hladinu významnosti stanovím na 0,05. Pro tyto hodnoty je kritická hodnota testového kritéria $\chi_{0,05}^2(2) = 5,99$. Hodnota testového kritéria je výrazně menší než kritická hodnota, a proto nemohu zamítnout nulovou hypotézu H_0 , že počet interaktivních tabulí nezávisí na velikosti školy. Mezi velikostí školy a počtem dotykových tabulí v rámci okresu Plzeň-město nebyla prokázána statisticky významná závislost.

Domnívám se, že důvodem neprokázání závislosti mezi velikostí školy a počtem dotykových tabulí v okrese Plzeň-město není ani tak fakt, že žádná závislost neexistuje, jako malá velikost zpracovávaného datového souboru, nulové četnosti v mnoha buňkách původní kontingenční tabulky a z toho plynoucí potřeba razantního slučování tříd dat.

4.4.8 Míra používání různých typů softwarových aplikací při výuce s pomocí dataprojektorů a televizních monitorů

Dalším důležitým cílem výzkumu bylo zjišťování, jak často používají vyučující při výuce v učebně s dataprojektorem nebo televizními monitory různé druhy aplikací či softwarových nástrojů. Pro tyto účely jsem použil stejné základní užívané skupiny

aplikací jako při analogickém výzkumu používání dotykových tabulí a sledoval četnost použití těchto aplikací. Stejně jako u interaktivních tabulí umožňoval dotazník respondentům vyplnit volitelně četnosti užití aplikací pro tři různé vyučovací předměty či různé způsoby využití techniky. Pro moje účely je možné odpovědi ke všem třem předmětům sloučit do jednoho souboru dat, v tomto případě mě nezajímá, zda je jistý charakteristický způsob užití aplikací uveden v rámci prvního, druhého nebo třetího předmětu. Stále uvádím odděleně výsledky pro Českou republiku a okres Plzeň-město.

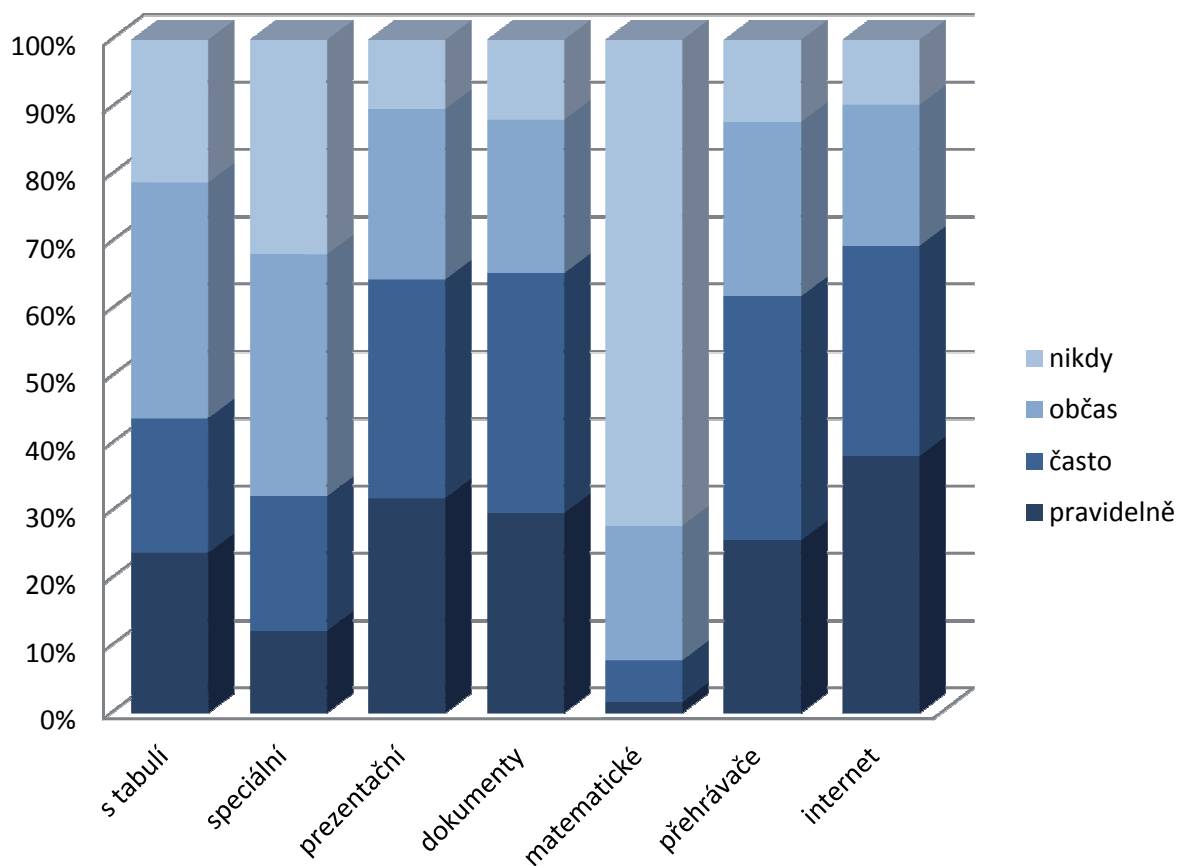
Míra používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV – Česká republika				
typ aplikace	pravidelně počet (%)	často počet (%)	občas počet (%)	nikdy počet (%)
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio...) pozn.: zde jde o užití bez tabule	76 (24 %)	64 (20 %)	112 (35 %)	68 (21 %)
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...) pozn.: zde jde o užití bez tabule	39 (12 %)	64 (20 %)	115 (36 %)	102 (32 %)
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	102 (32 %)	104 (33 %)	81 (25 %)	33 (10 %)
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	95 (30 %)	114 (36 %)	73 (23 %)	38 (12 %)
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	5 (2 %)	20 (6 %)	64 (20 %)	231 (72 %)
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	82 (26 %)	116 (36 %)	83 (26 %)	39 (12 %)
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	122 (38 %)	100 (31 %)	67 (21 %)	31 (10 %)

Tab. 4.32: Míra používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV – Česká republika

Míra používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV – Plzeň-město				
typ aplikace	pravidelně počet (%)	často počet (%)	občas počet (%)	nikdy počet (%)
aplikace dodané výrobcem tabule (SmartNotebook, ActiveStudio...) pozn.: zde jde o užití bez tabule	5 (12 %)	7 (16 %)	11 (26 %)	20 (47 %)
speciální aplikace pro tabule (i-učebnice Fraus, ...) pozn.: zde jde o užití bez tabule	7 (16 %)	2 (5 %)	14 (33 %)	20 (47 %)
prezentační aplikace (PowerPoint, ...)	10 (23 %)	11 (26 %)	10 (23 %)	12 (28 %)
prohlížeče dokumentů (PDF, Word, Excel, ...)	9 (21 %)	10 (23 %)	13 (30 %)	11 (26 %)
matematické aplikace (Cabri, Derive, GeoGebra, ...)	3 (7 %)	3 (7 %)	5 (12 %)	32 (74 %)
přehrávače videa a audia (Windows Media Player, ...)	9 (21 %)	10 (23 %)	13 (30 %)	11 (26 %)
přístup na internet (Internet Explorer, Firefox, ...)	12 (28 %)	12 (28 %)	7 (16 %)	12 (28 %)

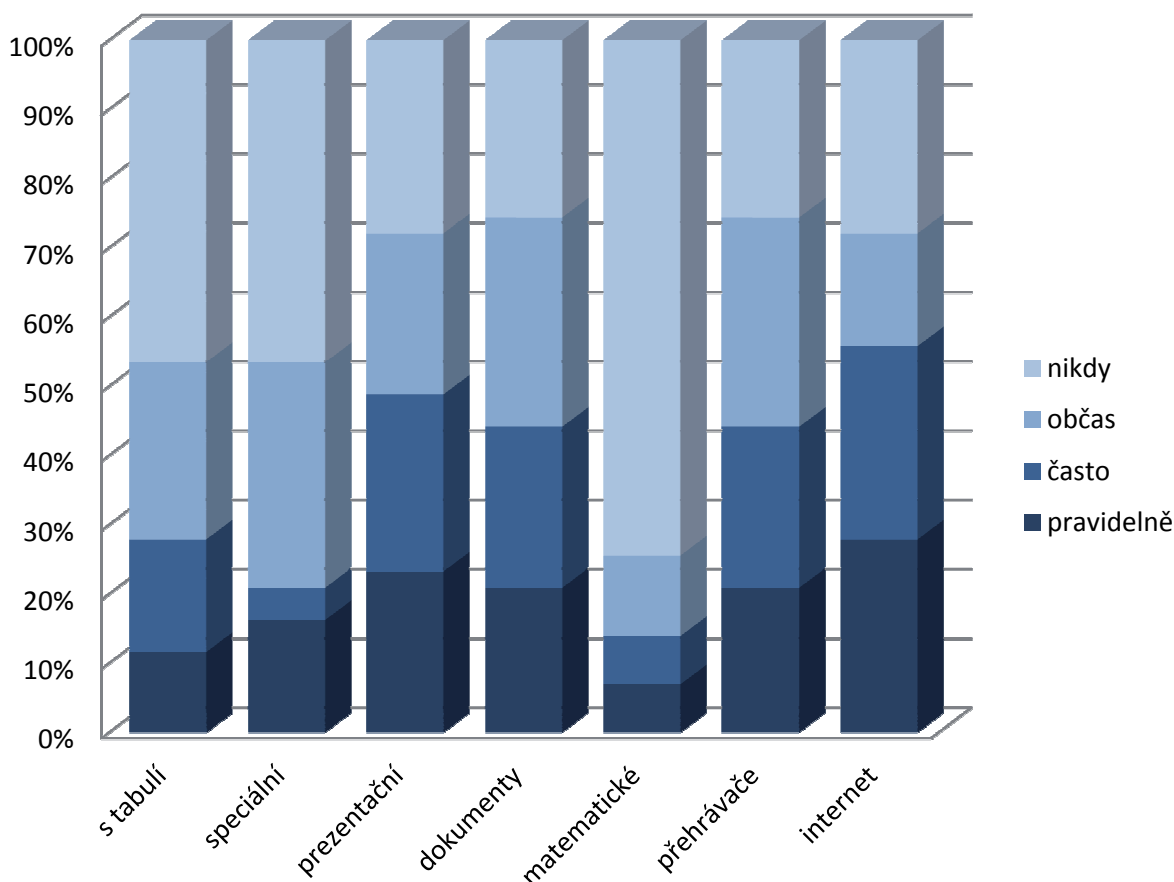
Tab. 4.33: Míra používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV – Plzeň-město

Míra používání SW aplikací s dataprojektory nebo TV – Česká republika



Graf 4.11: Míra používání SW aplikací s dataprojektory nebo TV – Česká republika

Míra používání SW aplikací s dataprojektory nebo TV – Plzeň-město



Graf 4.12: Míra používání SW aplikací s dataprojektory nebo TV – Plzeň-město

Z výše uvedených tabulek i grafů je zřejmé portfolio typů aplikací užívaných při výuce pomocí dataprojektorů či televizních monitorů jako výstupů osobního počítače. Při srovnávání údajů pro datový soubor za celou Českou republiku a za okres Plzeň-město jsou při bližším zkoumání patrné menší rozdíly, ty se však pokusím rozebrat později. Základní parametry používání různých druhů aplikací jsou pro oba soubory shodné.

Nejpoužívanějšími typy aplikací jsou prezentační aplikace (typu PowerPoint), prohlížeče různých typů dokumentů (Word, Excel, PDF apod.), přehrávače médií (video, audio) a prohlížeče pro přístup k internetovým webovým stránkám (Microsoft Internet Explorer, FireFox apod.)

Prezentační aplikace typu PowerPoint používá pravidelně či často 64 % respondentů z České republiky (49 % v rámci okresu Plzeň-město). Prohlížeče dokumentů typu Word, Excel či PDF a další používá pravidelně či často 65 % respondentů ze souboru Česká

republika (44 % z okresu Plzeň-město). Přehrávače médií, typicky nejspíše videa a audia, využívá pravidelně nebo často 62 % odpovídajících v rámci České republiky (44 % v rámci okresu Plzeň-město). 69 % respondentů v rámci České republiky (56 % v rámci okresu Plzeň-město) přistupuje při výuce pomocí interaktivní tabule často nebo pravidelně na internet prostřednictvím běžných internetových prohlížečů. Důvody frekventovaného používání uvedených typů aplikací jsou dle našeho názoru identické, jako jsou důvody používání těchto aplikací na interaktivních dotykových tabulích. Dokumenty Microsoft Word, resp. tabulky Microsoft Excel či prezentace PowerPoint se stávají nepsaným standardem pro tyto druhy dokumentů, byť se jedná o dokumenty vytvořené komerčními aplikacemi. Přehrávače médií a internetové prohlížeče jsou standardními aplikacemi na každém osobním počítači a internet navíc obsahuje velké množství potenciálně vhodných výukových materiálů.

Za zmínku jistě stojí, že specifické aplikace určené pro použití zejména s interaktivními dotykovými tabulemi se používají na školách v nezanedbatelné míře i bez těchto tabulí. Obrazový výstup těchto aplikací je v takovém případě pouze pasivně promítán pomocí dataprojektoru nebo zobrazován na televizním monitoru. V našem výzkumu rozlišujeme dva typy aplikací určených primárně k práci s dotykovou tabulí. Aplikace dodávané přímo s hardware tabule, což je typicky SmartNotebook, využívá pravidelně nebo často i bez samotné tabule 44 % vyučujících v České republice (28 % v okrese Plzeň-město). Aplikace určené cíleně pro interaktivní tabule, ale vyvíjené třetími stranami, jejichž typickým představitelem jsou interaktivní i-učebnice Nakladatelství Fraus, využívá bez tabule pouze s dataprojektorem nebo televizním výstupem 32 % respondentů v rámci republiky (21 % v rámci okresu Plzeň-město). Toto zjištění o poměrně častém užití aplikací určených pro interaktivní dotykové tabule bez těchto tabulí je překvapivé. Můžeme se domnívat, že vyučujícímu jde především o kvalitní výukový obsah a již méně o čistotu formy, kterou je prezentace prováděna.

Dle očekávání pak opět skončily na posledním místě speciální matematické aplikace, jako jsou Cabri, Derive či GeoGebra. V rámci České republiky je pravidelně či často užívá 8 % učitelů (v rámci okresu Plzeň-město 14 % učitelů).

4.4.9 Rozložení základních škol podle velikosti sídel a podle velikosti těchto škol

Vedlejším produktem výzkumu jsou i základní údaje o rozložení základních škol v sídlech v České republice podle velikosti těchto sídel a také rozdělení základních škol

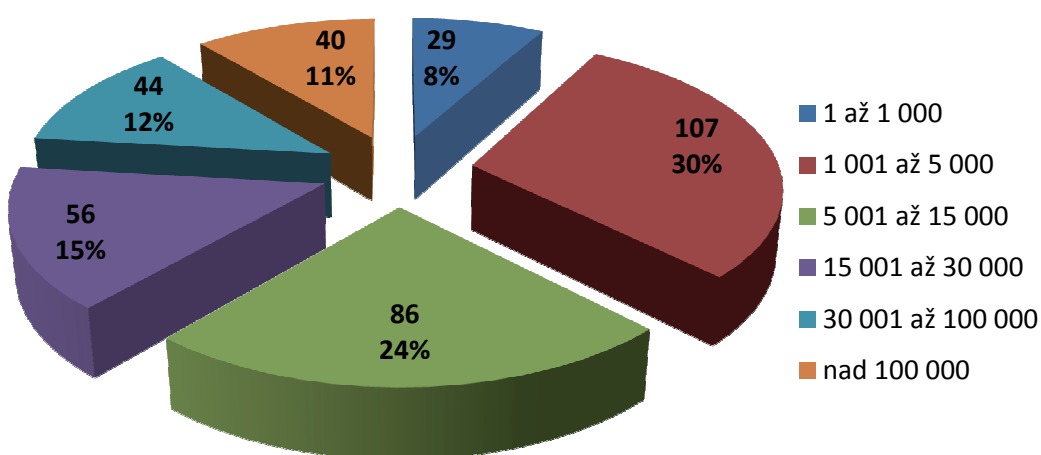
podle jejich velikosti. Ačkoli tato fakta nejsou základním předmětem výzkumu týkajícího se dotykových interaktivních tabulí a jejich užití ve výuce, uvádím je zde, neboť mohou být inspirativní.

Rozložení škol podle velikosti sídla i rozdělení škol podle jejich velikosti (počtu žáků) uvádím pouze pro soubor dat z celé České republiky. Soubor dat pro okres Plzeň-město neposkytne v daném případě žádnou relevantní informaci a sloučení obou souborů nemohu vzhledem k odlišnému způsobu sběru dat provést.

Počet škol v České republice podle velikosti sídla		
počet obyvatel	počet škol	počet škol v procentech
1 až 1 000	29	8 %
1 001 až 5 000	107	30 %
5 001 až 15 000	86	24 %
15 001 až 30 000	56	15 %
30 001 až 100 000	44	12 %
nad 100 000	40	11 %

Tab. 4.34: Počet škol v České republice podle velikosti sídla

Počet škol v České republice podle velikosti sídla



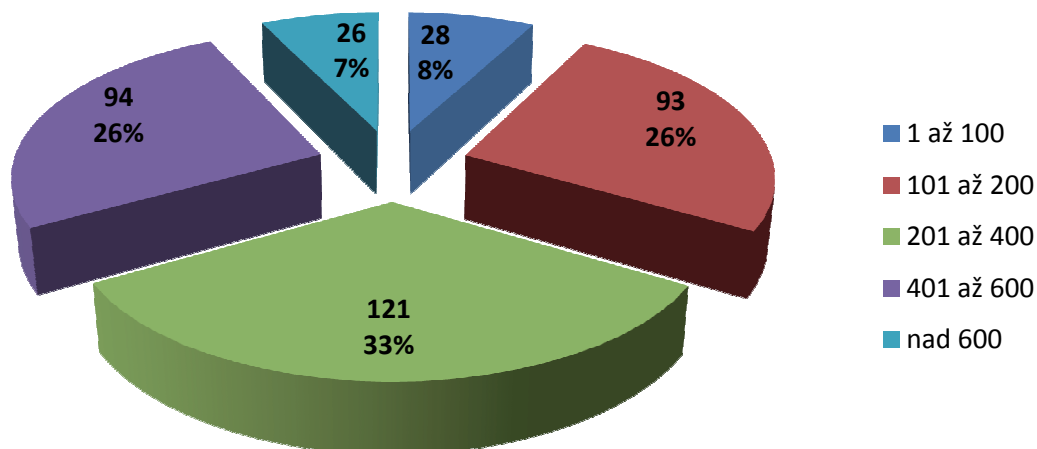
Graf 4.13: Počet škol v České republice podle velikosti sídla

Z tabulky i grafu je vidět, že základní školy jsou v České republice rozloženy z hlediska velikosti jejich sídelních obcí zhruba rovnoměrně, pokles počtu škol je zřejmý pouze na obou koncích velikostní škály obcí.

Velikost škol (dle počtu žáků) v České republice		
velikost školy (počet žáků)	počet škol	počet škol v procentech
1 až 100	28	8 %
101 až 200	93	26 %
201 až 400	121	33 %
401 až 600	94	26 %
nad 600	26	7 %

Tab. 4.35: Velikost škol (dle počtu žáků) v České republice

Velikost škol (dle počtu žáků) v České republice



Graf 4.14: Velikost škol (dle počtu žáků) v České republice

Z tabulky i grafu je zřejmé, že rozdělení škol podle velikosti (počtu žáků) odpovídá velice dobře normálnímu rozdělení, což je výsledek, který bylo možné očekávat.

5 Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

Rámcové vzdělávací programy zpracované Výzkumným ústavem pedagogickým jsou základními dokumenty, pomocí kterých stanovuje Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy obsah výuky na jednotlivých stupních škol naší vzdělávací soustavy. Protože zpracovávané výukové téma je cíleno na druhý stupeň základní školy, je pro naše potřeby směrodatný aktuálně platný Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami provedenými k 1. 9. 2010), zpracováno Výzkumným ústavem pedagogickým, VÚP, Praha 2005 (RVP ZV, 2010). Podrobnou analýzu tohoto vzdělávacího dokumentu z pohledu výskytu pojmu barva a tematicky souvisejících pojmů a vybraných cílových zaměření v jednotlivých vzdělávacích oblastech rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání, které mají s naukou o barvách souvislost, je možné najít v mé rigorózní práci (Kohout, 2011, s. 17–22).

V kapitole číslo 5 nazvané Vzdělávací oblasti vymezuje RVP ZV devět základních vzdělávacích oblastí a umožňuje a doporučuje zpracování výuky nejen formou klasických vyučovacích předmětů, ale také formou integrovaných vyučovacích předmětů s různou mírou integrace. Dále RVP ZV vyzdvihuje potřebu mezipředmětového (zde uvedeno nadpředmětového) přístupu ke vzdělávání: *„Záměrem je, aby učitelé při tvorbě školních vzdělávacích programů vzájemně spolupracovali, propojovali vhodná témata společná jednotlivým vzdělávacím oborům a posilovali nadpředmětový přístup ke vzdělávání.“* (RVP ZV, 2010, s. 19)

5.1 Připravovaná úprava RVP ZV, platná od 1. září 2013

Od 1. září 2013 vstupuje v platnost úprava Rámcového vzdělávacího programu pro základní vzdělávání v souladu s Opatřením ministra školství, mládeže a tělovýchovy, kterým se mění Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, číslo jednací MSMT_2647/2013-210 ze dne 29. ledna 2013. Tento nový základní kurikulární dokument pro základní vzdělávání má plný název Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (verze platná od 1. 9. 2013), úplné znění upraveného RVP ZV; celková gesce přípravy dokumentu Jaroslav Jeřábek, Jan Tupý (RVP ZV, 2013a).

Abych mohl použít zmíněnou analýzu zpracovanou v roce 2011 (Kohout, 2011, s. 17–22), musím ověřit, zda se změny RVP ZV nepromítají i do vzdělávacích oblastí zkoumaných v souvislosti s výskytem pojmu barva. Analyzovány byly vzdělávací oblast

Informační a komunikační technologie, v rámci ní pak vzdělávací obor Informační a komunikační technologie; vzdělávací oblast Člověk a příroda, v rámci ní vzdělávací obory Fyzika, Přírodopis, Chemie; vzdělávací oblast Umění a kultura, vzdělávací obor Výtvarná výchova.

Ke srovnání původní verze RVP ZV (2007) a nové verze RVP ZV (2013a) efektivně využijí srovnávací dokument vydaný též Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (verze platná od 1. 9. 2013) úplné znění upraveného RVP ZV s barevně vyznačenými změnami (RVP ZV, 2013b).

V charakteristice a cílovém zaměření vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie ani ve vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru Informační a komunikační technologie nedochází k žádným změnám.

V charakteristice i cílovém zaměření vzdělávací oblasti Člověk a příroda dochází ke změnám, je upraven a doplněn text týkající se „...*důležitosti udržování přírodní rovnováhy*...“; je doplněn text týkající se „...*ochrany zdraví, životů, životního prostředí a majetku*...“ (RVP, 2013b, s. 55). Tyto textové úpravy se nikterak přímo nedotýkají zkoumané problematiky, kterou je výskyt pojmu barva a tematicky souvisejících pojmů. Ve vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru Fyzika nedochází k žádným změnám. Ve vzdělávacím obsahu oboru Přírodopis dochází ke změnám, do učiva Biologie člověka je doplněna pasáž týkající se pojmu „...*význam zdravého způsobu života*...“ a dále pojmy „*epidemie*“ a „*prostředí a životní styl*“; do učiva tematického celku Neživá příroda jsou doplněny pasáže týkající se „...*ekosystémů... výkyvů počasí a ochrany před nimi*...“ a také je rozšířen bod „*podnebí a počasí ve vztahu k životu*“ a doplněn bod „*mimořádné události způsobené přírodními vlivy*“ (RVP ZV, 2013b, s. 63–64). Žádná z uvedených změn se přímo netýká pojmu barva a pojmů souvisejících. Ve vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru Chemie nedochází k žádným změnám.

V charakteristice a cílovém zaměření vzdělávací oblasti Umění a kultura ani ve vzdělávacím obsahu vzdělávacího oboru Výtvarná výchova nedochází k žádným změnám.

Protože nový RVP ZV platný od 1. září 2013 nepřináší z hlediska pojmu barva a tematicky souvisejících pojmů žádné změny, mohu pro své potřeby do jisté míry použít již existující analýzu (Kohout, 2011, s. 17–22).

5.2 Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie

Vzdělávání ve vzdělávací oblasti Informační a komunikační technologie vede žáka mimo jiné k „poznání úlohy informací a informačních činností a k využívání moderních informačních a komunikačních technologií; k tvořivému využívání softwarových a hardwarových prostředků při prezentaci výsledků své práce; k pochopení funkce výpočetní techniky jako prostředku simulace a modelování přírodních i sociálních jevů a procesů“. (RVP ZV, 2013, s. 32)

Poznání pojmu barvy, definice barvy, jejího zápisu v různých softwarových aplikacích a prostředích umožňuje žákovi efektivněji tyto informační a komunikační technologie využívat, žák pochopí popis barvy jako jistý informační objekt, který je možné za pomoci příslušného hardware a softwarové aplikace ukládat, přenášet, zobrazovat, zpracovávat a transformovat. Intuitivní ozřejmení pojmu barevného rozsahu (gamutu) a jeho omezenosti vede u žáků k pochopení omezenosti a limitů simulací a modelování přírodních jevů prostřednictvím výpočetní techniky, ale i prostřednictvím dalších, případně i nedigitálních, technických zařízení.

Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie obsahuje právě jeden vzdělávací obor se stejným názvem – Informační a komunikační technologie.

5.2.1 Vzdělávací obor Informační a komunikační technologie

Ze vzdělávacího obsahu a učiva tohoto vzdělávacího oboru se pojmu barva týkají následující očekávané výstupy a učivo patřící do tematického celku Zpracování a využití informací:

Očekávané výstupy – žák

- ovládá práci s textovými a grafickými editory i tabulkovými editory a využívá vhodných aplikací;
- uplatňuje základní estetická a typografická pravidla pro práci s textem a obrazem
- zpracuje a prezentuje na uživatelské úrovni informace v textové, grafické a multimediální formě

Učivo

- počítačová grafika, rastrové a vektorové programy
- prezentace informací (webové stránky, prezentační programy, multimédia)

5.3 Vzdělávací oblast Člověk a příroda

Vzdělávání ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda vede žáka mimo jiné ke „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; porozumění souvislostem mezi činnostmi lidí a stavem přírodního a životního prostředí“. (RVP ZV, 2013, s. 52–53)

Popis barvy jednoznačně vychází z experimentu a pozorování reálného světa. Do hlubších fyzikálních souvislostí se dostává laické pozorování některých světelných jevů, jako je např. duha, s experimentálním sledováním barevného spektra slunečního světla a různých umělých světelných zdrojů. Žáci empiricky zkoumají různá technická zařízení typu barevného monitoru či televizního LCD panelu a výsledky pozorování dávají racionálním uvažováním do souvislostí s experimenty ozřejmujícími aditivní míchání barevných světél. Během upřesňování definice pojmu barva logickou úvahou žáci ve spolupráci s vyučujícím vylučují dílčí mylné závěry, ke kterým mohou dospět zejména při odvozování či odhadování barevnosti předmětů osvětlených různobarevnými světly. Domněnky vyslovované žáky jsou ověřovány jak teoretickou úvahou, tak okamžitým experimentem a jsou z nich vyvozovány hypotézy a závěry. Veškeré úvahy se však dějí pouze v kvalitativní rovině, neboť na druhém stupni základní školy nemají žáci k dispozici adekvátní matematické nástroje pro kvantitativní vyhodnocování pozorovaných situací.

Žáci se seznamují s principem barevného vidění lidského oka pomocí klasického výkladu a popisu anatomie oka. Princip trojbarevného vidění však vzápětí dávám do souvislostí s aditivním mícháním barev, využitím RGB popisu barvy u mnoha analogových a zejména digitálních zařízení. Důraz kladu také na subjektivní stránku vnímání barvy člověkem pozorovatelem.

V souvislosti s popisem optických jevů v atmosféře je vhodné zmínit pozorovatelný vliv činnosti člověka na tyto jevy, tedy jak se projevuje znečištění atmosféry prachovými částicemi. Žáci sami mohou přicházet s dalšími náměty, jak činnost člověka ovlivňuje přírodní a životní prostředí. Je na vyučujícím, aby vyhodnotil, které žákovské podněty jsou vhodné k rozvinutí a podrobnějšímu komentáři.

Vzdělávací oblast Člověk a příroda obsahuje tři vzdělávací obory, které se pojmem barvy a souvisejícími tématy zabývají. Jedná se o vzdělávací obory Fyzika, Přírodopis a Chemie.

5.3.1 Vzdělávací obor Fyzika

Ze vzdělávacího obsahu a učiva tohoto vzdělávacího oboru se pojmu barva týkají následující očekávané výstupy a učivo patřící do tematického celku Elektromagnetické a světelné děje. (Přímo související témata jsou zvýrazněna tučnou kurzívou.)

Očekávané výstupy

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání neurčuje žádný očekávaný výstup, který by byl v přímé a jednoznačné souvislosti s učivem o barvách, barevném světle a příbuzných tématech.

Učivo

- **vlastnosti světla – zdroje světla; rychlost světla ve vakuu a v různých prostředích; stín, zatmění Slunce a Měsíce; zobrazení odrazem na rovinném, dutém a vypuklém zrcadle (kvalitativně); zobrazení lomem tenkou spojkou a rozptylkou (kvalitativně); rozklad bílého světla hranolem**

5.3.2 Vzdělávací obor Přírodopis

Ze vzdělávacího obsahu a učiva tohoto vzdělávacího oboru se pojmu barva týkají následující očekávané výstupy a učivo patřící do tematického celku Biologie člověka. (Přímo související témata jsou zvýrazněna, případně upřesněna tučnou kurzívou.)

Očekávané výstupy – žák

- určí polohu a objasní stavbu a funkci orgánů a orgánových soustav lidského těla, vysvětlí jejich vztahy – **párový orgán oko, jeho stavba a funkce**
- rozlišuje příčiny, případně **příznaky** běžných **nemocí** a uplatňuje zásady jejich prevence a léčby – **barvoslepost, její důvody a důsledky**

Učivo

- anatomie a fyziologie – stavba a funkce jednotlivých částí lidského těla, orgány, orgánové soustavy (opěrná, pohybová, oběhová, dýchací, trávicí, vylučovací a rozmnožovací, řídicí), vyšší nervová činnost, hygiena duševní činnosti – **párový orgán oko, jeho stavba a funkce**

- nemoci, úrazy a prevence – příčiny, **příznaky**, praktické zásady a postupy při léčení běžných **nemocí**; závažná poranění a život ohrožující stavy – **barvoslepost, její příčiny a důsledky**

5.3.3 Vzdělávací obor Chemie

Ze vzdělávacího obsahu a učiva tohoto vzdělávacího oboru se pojmu barva týkají následující očekávané výstupy a učivo patřící do tematického celku Anorganické sloučeniny. (Přímo související témata jsou zvýrazněna, případně upřesněna tučnou kurzívou.)

Očekávané výstupy – žák

- porovná vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů, kyselin, hydroxidů a solí a posoudí vliv významných zástupců těchto látek na životní prostředí – **využití konkrétních chemických anorganických sloučenin jako barviv**

Učivo

- oxidy – názvosloví, vlastnosti a použití vybraných prakticky významných oxidů – **využití konkrétních oxidů jako barviv**
- soli kyslíkaté a nekyslíkaté – vlastnosti, použití vybraných solí, oxidační číslo, názvosloví, vlastnosti a použití vybraných prakticky významných halogenidů – **využití konkrétních solí jako barviv**

Dále se pojmu barva týkají následující očekávané výstupy a učivo patřící do tematického celku Organické sloučeniny. (Přímo související témata jsou zvýrazněna, případně upřesněna tučnou kurzívou.)

Očekávané výstupy – žák

- rozliší vybrané deriváty uhlovodíků, uvede jejich zdroje, vlastnosti a použití – **využití konkrétních chemických organických sloučenin jako barviv**

Učivo

- deriváty uhlovodíků – příklady v praxi významných alkoholů a karboxylových kyselin – **využití konkrétních chemických organických sloučenin jako barviv**

Vzhledem ke specifickému zaměření výše uvedeného učiva vzdělávacího oboru Chemie a k plánovanému rozsahu tématu v délce jednoho vyučovacího dne chemickou problematiku barviv do výukového tématu Barvy kolem nás zatím nezahrnuji.

5.4 Vzdělávací oblast Umění a kultura

5.4.1 Vzdělávací obor Výtvarná výchova

Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás svým obsahem zasahuje i do vzdělávací oblasti Umění a kultura, konkrétně do vzdělávacího oboru Výtvarná výchova. Jednou z částí výukového tématu Barvy kolem nás je i samostatná práce žáků, při které si v praxi ověří poznatky týkající se subtraktivního míchání barev.

Žáci jsou zvyklí v hodinách výtvarné výchovy pracovat s temperovými barvami a běžně dovednost mísení barev ovládají. Samostatná práce v rámci našeho výukového tématu nepřináší žádnou novou dovednost, pouze ukazuje žákům, že míchání barev, které většina z nich zvládá intuitivně na základě nějaké běžné zkušenosti s barvami z denního života, má teoretický základ a je možné ho jednoznačně vyvodit z poznatků fyziky i přírodopisu. Zároveň žáci poznají, že míchání barev ve výtvarné výchově a v aplikacích, které poznají v hodinách informatiky a výpočetní techniky, má stejný teoretický základ.

Toto poznání završuje mezipředmětové vazby mezi učivem jednotlivých vyučovacích předmětů (vzdělávacích oborů), kterých se téma Barvy kolem nás dotýká, a zároveň zdůrazňuje vazbu mezi teoretickými poznatky přírodních věd a jejich využitím i v tak zdánlivě vzdálených oblastech jako je vzdělávací oblast Umění a kultura.

6 Řazení učiva a témat souvisejících s pojmem Barva

6.1 Řazení učiva a jednotlivých tematických celků z pohledu Rámcových vzdělávacích programů

Vzhledem k tomu, že Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání výslovně neurčuje, ve kterých ročnících je vhodné či nutné vyučovat konkrétní tematické celky, mají jednotlivé základní školy při časovém rozložení učiva při definování svých školních vzdělávacích programů poměrně velkou volnost.

Při zcela individuálním a neobvyklém řazení učební látky by však velmi pravděpodobně vznikaly problémy s dostupností tištěných výukových materiálů, jako jsou učebnice, cvičebnice, pracovní sešity apod., bylo by nutno daleko důkladněji verifikovat návaznosti již probraných tematických celků v rámci předmětu ale i mezi předměty navzájem a také by daleko snáze vznikaly kolize v tématech již probrané látky při přestupu žáka z jedné základní školy do jiné, vynuceném například stěhováním. Z těchto důvodů také většina škol pragmaticky zachovává klasické řazení učební látky. Klasickým řazením učiva rozumíme takový sled tematických celků a jednotlivých témat, jak byl zakotven v dříve používaných učebních plánech a učebních osnovách jednotlivých vyučovacích předmětů, jaký mají služebně starší učitelé vesměs zpracovaný ve svých přípravách na výuku a jaký dosud na základních školách obecně přetrvává.

Co se týče řazení učiva v českých učebnicích, přidržují se často nakladatelé a autoři také již zmíněného klasického řazení učiva. I zde to má své pragmatické důvody. Nakladatelé mají zájem na maximálních prodejích knižních titulů, které vydávají, a proto vydávají nejčastěji učební texty a další materiály, které budou akceptované co nejširší pedagogickou veřejností. Je přirozené, že se na učebnicovém trhu vyskytnou i tituly nerespektující ve významné míře klasické řazení učiva, ale takových je zcela jistě menšina.

Ačkoli Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání sám o sobě nepředepisuje žádné konkrétní řazení učiva, ale pouze požadované cíle a okruhy učiva, zůstává na většině škol klasické (tradiční) pořadí výukových témat. Toto klasické řazení je reflektováno i v jednotlivých učebnicích.

6.2 Řazení učiva a tematických celků v konkrétních učebnicích

Analýzu několika řad českých učebnic jsem podrobně zpracoval před dvěma lety ve své rigorózní práci (Kohout, 2011, s. 24–41). Nyní nejprve ověřím, zda se na českém trhu neobjevily novější učebnice daných vyučovacích předmětů.

Originální analýza z roku 2011 zahrnuje následující učebnicové řady z fyziky, přírodopisu a informatiky a výpočetní techniky:

- RAUNER, K. a kol.: *Fyzika 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus,
- KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 6. až 9. ročník základní školy*. Praha: Prometheus,
- MACHÁČEK, M. *Fyzika 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Praha: Prometheus,
- ROJKO, M. a kol. *Fyzika kolem nás, Fyzika 1 až 4 pro základní a občanskou školu*. Praha: Scientia,
- KOVÁŘOVÁ, L. a kol. *Informatika 1 až 3 pro základní školy*. Kralice na Hané: Computer Media,
- ČABRADOVÁ, V. a kol. *Přírodopis 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Nakladatelství Fraus
- ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis pro 6. až 9. ročník základní školy*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství

Za relevantní seznam aktuálních učebnic dostupných, doporučovaných a používaných v České republice považujeme dokument Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy: Seznam učebnic a učebních textů se schvalovací doložkou pro základní vzdělávání platný ve školním roce 2012/2013 (Seznam učebnic, 2013). Na základě tohoto dokumentu a ověření roků vydání publikací u jednotlivých nakladatelů můžeme konstatovat, že od roku 2011 nevyšla žádná nová ucelená řada učebnic fyziky, přírodopisu či informatiky a výpočetní techniky. Z tohoto důvodu považuji analýzu zpracovanou v rigorózní práci (Kohout, 2011, s. 24–41) za dostatečně aktuální a vhodnou pro moje použití.

Pro své současné potřeby zařazuji pouze stručné zdůvodnění výběru a popis daných učebnicových řad a následně závěry týkající se výskytu pojmu Barva a pojmů tematicky příbuzných ve zkoumaných učebnicích. Kompletní seznam analyzovaných učebnic všech

řad je uveden na konci práce v rámci bibliografických záznamů v seznamu zdrojů, úplný podrobný text analýzy učebnic viz (Kohout, 2011, s. 24–41).

Přesto, že je původní analýza stále aktuální, doplňuji do seznamu učebnic jednu řadu, která je specifická svým tematickým členěním, které není u učebnic pro základní školy příliš obvyklé. Jedná se o šestidílnou řadu tematických učebnic

- TESARĚ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika pro základní školy, nová řada dle RVP*. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství.

6.2.1 Charakteristika vybraných řad učebnic pro vzdělávací obor Fyzika

Za reprezentanty českých učebnic fyziky bylo vzato pět sad učebnic – tituly z produkce Nakladatelství Fraus, nakladatelství Prometheus (2 učebnicové sady), Scientia a SPN – pedagogické nakladatelství.

Nakladatelství Fraus patří již více let k největším nakladatelstvím učebnic v rámci České republiky a pokrývá svou produkcí kompletní sortiment učebnic pro druhý stupeň základní školy. Tituly tohoto nakladatelství obsahují významné množství mezipředmětových vztahů a souvislostí, jsou obsahově provázané a odkazují se na sebe navzájem, tvoří ucelený výukový systém.

Nakladatelství Prometheus se přednostně věnuje vydávání titulů pro výukové obory matematika a fyzika. Toto poměrně vyhraněné zaměření nakladatelství Prometheus jednoznačně souvisí s jeho vazbou na společnost Jednota českých matematiků a fyziků.

Fyzikální učebnice z nakladatelství Scientia jsou samotnými autory označovány za alternativní učebnice fyziky pro občanskou školu. Proto je zajímavé se podívat, jakému řazení výukových témat dávají autoři v alternativních učebnicích přednost.

Nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství vydalo v návaznosti na svou čtyřsvazkovou klasickou řadu učebnic fyziky novou přepracovanou řadu tematických učebnic, která má atypicky šest dílů. Tato řada byla dodatečně zařazena do průzkumu, protože je vhodné analyzovat i řadu o jiném počtu dílů, než jsou obvyklé čtyři.

Učebnice fyziky Nakladatelství Fraus

Učebnice mají jednotnou strukturu výkladu učiva. Tvoří ji základní část (vlastní učivo fyziky) a motivační část, zaměřená na propojení obsahu učiva fyziky s poznatky z dalších, zejména přírodovědných předmětů, a promítnutí teoretických poznatků do běžného života žáka.

Učebnice jsou zpracovány v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání s přihlédnutím k požadavkům, co by měl umět žák základní školy z fyziky. Řazení kapitol je tradiční, umožňuje bezproblémový přechod žáka mezi různými školami. Do učiva jsou zařazovány i moderní aplikace (mobilní telefony, proudové jističe, elektrické spotřebiče, digitální měřicí přístroje).

Učebnice fyziky nakladatelství Prometheus

Nakladatelství Prometheus má k dispozici dvě paralelní řady učebnic fyziky pro 2. stupeň základní školy. Jedná se o řadu autorů Kolářová, Bohuněk s názvem Fyzika pro 6. až 9. ročník základní školy a o řadu autora Macháček s názvem Fyzika 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia.

Učebnice autorů Kolářová, Bohuněk tvoří osvědčenou řadu pro výuku fyziky na základní škole. Jsou zpracované v souladu s Rámcovým vzdělávacím programem pro základní vzdělávání. V jednotlivých člancích je uvedeno stručné vysvětlení nových poznatků a ukázky jejich využití v denním životě, ale i návody na pozorování a provádění pokusů. V závěru každého článku je shrnutí toho, co je užitečné si zapamatovat. V učebnici jsou zařazeny i laboratorní úlohy a výsledky úloh.

Učebnice autora Macháček je vhodná zejména pro výuku na nižším stupni víceletého gymnázia. Učí žáky tvořivě myslet a řešit přiměřené problémy, aby dobře porozuměli přírodním zákonitostem a aby viděli, kde všude se tyto zákonitosti projevují. Obsahuje dvě úrovně výkladu. Základní úroveň obsahuje učivo požadované Rámcovým vzdělávacím programem v hloubce přiměřené průměrným žákům. Rozšiřující úroveň je vhodná pro primu víceletých gymnázií a pro třídy s rozšířenou výukou přírodovědných předmětů. Učivo je vykládáno na příkladech a jevech běžného denního života v přírodě, technice, sportu apod.

Učebnice fyziky nakladatelství Scientia

Učebnice řady Fyzika kolem nás, Fyzika 1 až 4 pro základní a občanskou školu sami autoři deklarují jako alternativní učebnice fyziky pro občanskou školu. Rozsah učiva odpovídá běžným standardům základní školy. Zpracování učebnice umožňuje častější zařazení heuristických metod výuky fyziky a aktivnější účast žáků na výuce. V učebnici jsou řešeny problémy, se kterými se žáci mohou denně setkávat. Fyzika je představována a budována jako užitečný nástroj, nikoli jako přírodní věda uzavřená do laboratoří. Matematické zápisy fyzikálních vztahů jsou vesměs nahrazeny slovním popisem nebo grafickým vyjádřením.

Analýzou konkrétních situací žáci směřují k obecnějším fyzikálním poznatkům, které však neztrácejí svůj reálný obsah. Součástí textu jsou pro účely domácí přípravy návody k drobným domácím experimentům, náměty k pozorování a problémové úlohy.

Učebnice fyziky nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství

Učebnicová řada Fyzika pro základní školy, nová řada dle RVP, obsahuje atypicky celkem šest svazků. Je určena pro výuku jak na základních školách, tak v nižších ročnících víceletých gymnázií. Učebnice jsou zpracovány v souladu s požadavky RVP pro základní vzdělávání. Kladou důraz na rozlišení základního a rozšiřujícího učiva, naplňují mezipředmětové vztahy, přiměřeně zohledňují průřezová témata formulovaná v RVP. Pozornost věnují praktickému aspektu výuky, uvádějí množství úkolů a pokusů vhodných k realizaci ve školních podmínkách.

Celá řada je tvořena těmito tematickými učebnicemi: Fyzika 1 – Fyzikální veličiny a jejich měření; Fyzika 2 – Síla a její účinky – pohyb těles; Fyzika 3 – Mechanické vlastnosti látek, Světelné jevy; Fyzika 4 – Elektromagnetické děje; Fyzika 5 – Energie; Fyzika 6 – Zvukové jevy, Vesmír.

6.2.2 Zařazení mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu klasického řazení učiva fyziky

Všechny zkoumané české čtyřdílné učebnicové řady fyziky včetně alternativní řady učebnic z nakladatelství Scientia mají tematický celek optika zařazen ke konci 2. dílu, resp. dílu určeného pro 7. ročník základní školy. V některých učebnicích jsou dílčí celky nebo kapitoly předřazeny, ale nikde se nenachází většina základního učiva souvisejícího s barvami dále než ve druhém pololetí 7. ročníku. V šestidílné učebnicové řadě z nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství je učivo týkající se optických jevů zařazeno v druhé polovině třetího dílu. Podle vyjádření a doporučení jednoho z autorů učebnicové řady PaedDr. Jiřího Tesaře, Ph.D. (odpověď na osobní dotaz formou emailu), je tato látka běžně probírána před koncem prvního pololetí 7. ročníku: „...optika v učebnicích od SPN je řazena do 7. ročníku (i podle nového dělení na 6 dílů), ale byla umístěna tak, aby se učila někdy před Vánoci. Tento přesun je z důvodu lepšího provádění pokusů s optikou.“

Z hlediska všech analyzovaných učebnicových řad je optimální zařadit mezipředmětové výukové téma barvy bezprostředně za výklad optiky, šíření světla, lomu světla a rozkladu světla hranolem. Pokud by to školní vzdělávací program neumožňoval, je přirozeně možné uvažovat o zařazení tématu Barvy kolem nás kamkoli dál do 8. či

9. ročníku. V takovém případě je ale přímá návaznost na právě probírané učivo fyziky již slabší a je pravděpodobné, že žáci si již některé poznatky z optiky nebudou pamatovat a bude třeba je oživit.

6.2.3 Charakteristika vybrané řady učebnic pro vzdělávací obor Informační a komunikační technologie

Vzdělávací obor Informační a komunikační technologie je téměř jistě nejdynamičtější se rozvíjející vzdělávací obor, což souvisí s obrovským rozvojem informačních technologií v posledních letech. Proto je obtížné dohledat standardní učebnice a určit něco, co by se dalo nazvat klasickým řazením učiva. Na školách se často učí bez učebnic nebo s různými dočasnými učebními materiály, které postihují aktuální dění v tomto oboru.

Nicméně učebnice informatiky a výpočetní techniky také existují. Za reprezentanta učebnic informatiky a výpočetní techniky byla zvolena třídílná sada vydaná nakladatelstvím Computer Media. Všechny tři díly svým rozsahem pokrývají seznámení s počítačem, základy hardwaru, operační systém Windows, práci s grafikou, textové editory, tabulkové procesory, úvod do počítačových sítí, internet, elektronickou poštu, skenování, digitální fotografii a úpravu obrázků, PowerPoint, úvod do problematiky sítí, e-mail, ochranu před viry, počítačové pirátství, tvorbu internetových stránek, vypalování, práci se zvukem, práci s multimédií a řadu dalších atraktivních témat. Všemi třemi díly provází imaginární postavička – Hugo, který se v textu navíc ilustrovaně objevuje v různých situacích. Učebnice je psána velmi čtivě a názorně, místy i vtipně a zábavně.

6.2.4 Zařazení výukového tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu řazení učiva informatiky a výpočetní techniky

Jak již bylo řečeno výše, prochází výukový obsah vzdělávacího oboru Informační a komunikační technologie bouřlivým rozmachem a není možno dost dobře definovat něco, co by bylo možno označit za klasické řazení učiva. Na základě rozboru uvedených učebnic informatiky lze říci, že v prvním roce jsou probírány základní věci týkající se hardware, software a internetu. Ve druhém roce pak následuje učivo, které se bezprostředně dotýká grafických aplikací, jejich obsluhy a využití. Třetí ročník, resp. třetí díl učebnice, zejména rozšiřuje a doplňuje učivo předchozích dílů.

Učivo týkající se barev je optimální zařadit ke konci druhého ročníku, ve kterém je probírána informatika a výpočetní technika. Pokud předpokládáme, že námi zkoumaný soubor učebnic škola využije od 6. ročníku, pak je optimální zařadit mezipředmětové

výukové téma Barvy kolem nás ke konci 7. ročníku. Toto vynikajícím způsobem koresponduje se zařazením z pohledu učiva fyziky. Téma Barvy kolem nás je možno přirozeně zařadit kdykoli později, protože otázka definice barev v nejrůznějších aplikacích na počítači se stále opakuje. Není vhodné ho zařazovat o mnoho dříve, do doby, kdy jsou probírány pouhé základy práce s počítačem.

6.2.5 Charakteristika některých řad učebnic pro vzdělávací obor Přírodopis

Co se týče vzdělávacího oboru Přírodopis, má přímou souvislost s mezipředmětovým tématem Barvy kolem nás pouze jedno téma týkající se biologie člověka, a tím je pasáž vlastnosti a funkce oka, resp. vady oka a barvoslepost. Pro posouzení klasického řazení učiva přírodopisu jsou použity dvě řady učebnic, které svou koncepcí klasické řazení učiva preferují a poměrně striktně dodržují – první řadou je Přírodopis 6 až 9 pro základní školy a víceletá gymnázia Nakladatelství Fraus, druhou řadou jsou nově přepracované učebnice přírodopisu nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství.

Učebnice přírodopisu Nakladatelství Fraus

Učebnice mají jednotnou strukturu výkladu učiva. Tvoří ji základní část (vlastní učivo přírodopisu) a lišta zaměřená na propojení obsahu učiva s poznatky z dalších, zejména přírodovědných předmětů. Koncepčně klade důraz na myšlení ve vztazích, čímž povzbuzuje myšlenkové aktivity žáka. Informace a úkoly mají především motivační charakter. Jejich úkolem je stimulovat žáka k aktivní činnosti, na jejímž základě jsou tím získané poznatky uváděny do souvislosti, a tak mu pomáhají lépe pochopit celou problematiku v kontextu. Učebnice doplňují náměty na laboratorní práce.

Učebnice přírodopisu nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství

Druhou řadou jsou klasické učebnice nakladatelství SPN – pedagogické nakladatelství autora Černík a kol., v posledních letech nově přepracované. Obsahově vychází z původního vydání učebnic, jsou však významně upravené, rozšířené a zaměřené v souladu s cíli a požadavky rámcových vzdělávacích programů. Učebnice uvádí rozpis klíčových kompetencí a výstupů z práce s ní. Zvláštní pozornost je věnována praktickému zaměření učiva, obrazovému vybavení učebnice, mezipředmětovým vztahům a také zpracování úkolů pro laboratorní práce. Za zmínku stojí, že učebnice byly přepracovány poměrně pozdě, až několik let poté, co rámcové vzdělávací programy vstoupily v platnost.

6.2.6 Zařazení výukového tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu řazení učiva přírodopisu

Klasické řazení učiva předpokládá zařazení biologie člověka do látky 8. ročníku základní školy. Zkoumané učebnice umísťují téma orgánové soustavy člověka, mezi něž patří i lidské oko, do druhého pololetí tohoto ročníku. Z pohledu výuky přírodopisu by bylo ideální zařadit mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás za výklad o lidském zraku a oku. Je třeba si však uvědomit, že se jedná o jedinou kapitolu z celého tematického celku biologie člověka, takže učivo přírodopisu není pro časové zařazení tématu Barvy kolem nás do výuky z pohledu řazení učiva jednotlivých předmětů zásadní.

I nadále preferuji zařazení tématu Barvy kolem nás do výuky ve druhém pololetí 7. ročníku, neboť přímá návaznost na učivo fyziky – optika – a na učivo informatiky a výpočetní techniky – grafické aplikace – je zcela jistě důležitější než návaznost na kapitolu týkající se zraku a oka v přírodopise. S tím souvisí i fakt, že ve všech zkoumaných učebnicích fyziky je látka zabývající se lidským okem, zrakem a viděním v tematickém celku optika zastoupena.

Proto nevyužiji přímou návaznost na výuku přírodopisu. Je vhodné však poznamenat, že kapitola týkající se lidského oka a zraku a probíraná v přírodopise ve druhém pololetí v 8. ročníku je velice dobrou příležitostí k podrobnějšímu připomenutí a zopakování učiva o barvách.

6.3 Optimální zařazení mezipředmětového výukového tématu Barva do výuky na 2. stupni základní školy

Dospěl jsem k závěru, že primárním musí být řazení učiva fyziky a informatiky a výpočetní techniky, protože mezi učivem těchto předmětů a výukovým tématem Barvy kolem nás jsou nejužší vazby a doporučuji téma Barvy zařazovat do druhého pololetí 7. ročníku základní školy.

Souvislosti s učivem přírodopisu jsou také těsné, ale jedná se o část jediné kapitoly z celé látky 2. stupně základní školy. Tato látka (kapitola zrak a lidské oko) je ve většině případů stejně probíraná ještě jednou v učivu fyziky. Proto není nutné v dalším časovou návaznost na přírodopis uvažovat.

Pojem barvy ve vztahu k výuce chemie nebude vůbec zdůrazňován, jak již bylo naznačeno výše. Výuka chemie na druhém stupni základní školy nemá prostor k tomu, aby na teoretickém základě vysvětlovala principy fungování barviv na základě pohlcování či odražení světla různých vlnových délek.

Výtvarná výchova je posledním vyučovacím předmětem, který je do přehledu výukových oblastí a oborů dotýkajících se barev zařazen. Vzhledem k tomu, že se ale jedná pouze o praktickou demonstraci subtraktivního míchání barev, není nutno vázat zařazení tématu Barvy kolem nás na konkrétní témata výtvarné výchovy a jejich časové zařazení do výuky. Z pohledu výtvarné výchovy může být mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás zařazeno zcela libovolně.

7 Historie a elementární základy teorie barev

Elementární základy teorie barev zpracované v následujících kapitolách si nekladou za cíl být přesnou a ucelenou teorií barev. K tomu slouží celý specifický vědní obor kolorimetrie. Jedná se zejména o soubor základních kolorimetrických pojmů a jejich vysvětlení na úrovni znalostí žáka druhého stupně základní školy.

Zcela záměrně tyto elementární základy teorie barev neobsahují ve většině případů žádné matematické vztahy a složité odvozování kolorimetrických vzorců. Pouze do kapitoly týkající se definice nezávislých barvových prostorů jsem zařadil základní matematické vztahy definující zde uváděné pojmy. Tyto matematické vztahy však nejsou zcela jistě určeny pro výklad žákům. Jsou zařazeny pro vyučujícího, který se chce výukovým tématem Barvy kolem nás zabývat hlouběji.

Aktuální zpracování elementárních základů teorie barev vychází ze stejného tématu zpracovaného již v mé rigorózní práci (Kohout, 2011). Zde je kapitola přepracovaná na základě poznatků, které jsem nasbíral v průběhu doby při prezentaci tohoto tématu v rámci různých přednášek, a také dalším studiem související kolorimetrické literatury.

7.1 Spektrální definice barvy

7.1.1 Přínos Isaaca Newtona k nauce o barvách

Anglický fyzik, matematik a filosof Isaac Newton (1642–1727) se mimo jiných matematických, fyzikálních a filosofických prací zabýval také světlem a jeho vlastnostmi, mimo jiné i barvou světla. V Newtonově době byly znalosti o barvách pouze empirické a nesystematizované. Bylo známo, že barva objektu souvisí s vlastnostmi jeho povrchu a zároveň se světlem, které na daný objekt dopadá a odráží se od něj. Byly také známy a poměrně dobře popsány geometrické vlastnosti světla, jako jsou odraz a lom.

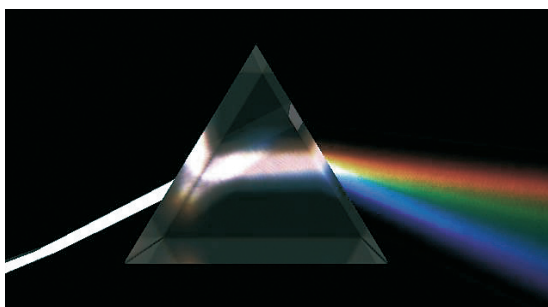
Isaac Newton při provádění svých experimentů zjistil, že bílé světlo může být rozloženo na jednotlivé základní barvy. Pás těchto barev nazval spektrum a pojmenoval sedm základních barev spektra – červenou, oranžovou, žlutou, zelenou, modrou, indigovou a fialovou. Pojmenoval pouze těchto sedm základních barev, i když i jemu bylo zřejmé, že existuje bezpočet dalších barev, které leží mezi nimi. Podstatné je zejména to, že Newton definuje barvu jako vlastnost světla. Není-li světlo, nejsou ani barvy. Bílé světlo je možno rozložit na barevné spektrum obsahující všechny barvy, a proto v sobě bílé světlo tyto barvy obsahuje. Pokud se nám nějaký povrch jeví jako žlutý, pokud na něj

dopadá bílé světlo, znamená to, že jistým způsobem změnil toto světlo, když se od něj odrazilo. Nějakou část pohltil a jinou odrazil.

7.1.2 Newtonův pokus s optickým hranolem

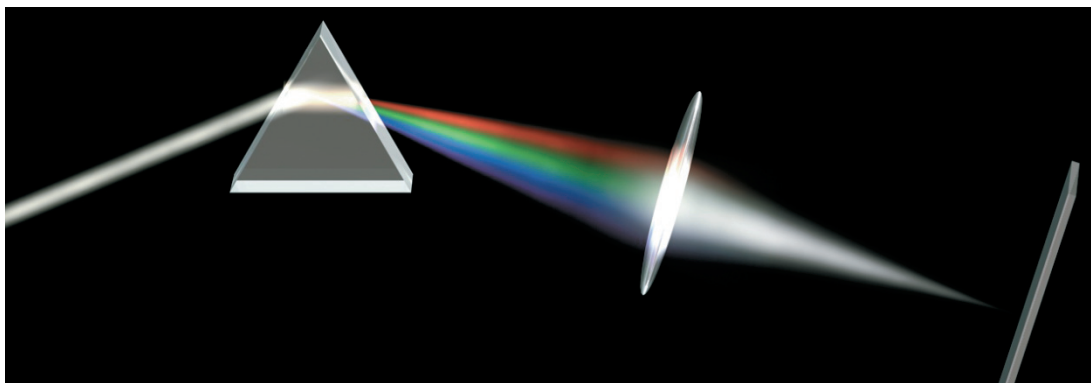
Není pravdou, že Isaac Newton objevil optický hranol, i když se to často tvrdí. Světelný barevný úkaz získaný pomocí optického hranolu byl v Newtonově době již dobře známý. Předpokládalo se však, že barvy při průchodu hranolem vznikly tak, že byly do bílého světla přimíseny nějakou interakcí světla s látkou, ze které byl hranol vyroben, typicky tedy se sklem, případně s kapkami vody, neboť vznik duhy na vodních kapkách byl také známý. To důležité, co Newton ukázal je, že všechny barvy spektra byly přítomné již v původním bílém světle a hranol posloužil pouze k rozdělení původního světla na jednotlivé barvy.

Pokus, který Isaac Newton zrealizoval roku 1666 ve Woolsthorpe v Lincolnshire v Anglii, lze popsat následovně. Newton zatemnil svůj pokoj a nechal do něj vstupovat pouze úzký paprsek denního světla malým kruhovým otvorem v okenici. Tento paprsek se jevil po dopadu na stěnu jako malá bílá skvrna. Poté Newton umístil k otvoru trojboký skleněný hranol, který lámal paprsek světla a tím zároveň způsobil, že bílá skvrna se změnila v pestrobarevný pruh. Jeden konec pruhu byl červený, druhý fialový a ostatní barvy ležely mezi nimi.



Obr. 7.1: Newtonův pokus – rozklad světla hranolem (Rauner a kol., 2005, s. 128)

Pomocí další clony s kruhovým otvorem pak Newton izoloval světelný paprsek jedné jediné barvy a zjistil, že tento paprsek již nelze hranolem dále rozložit, že jeho barva zůstává stále stejná. Izoloval tedy určitou úzkou část spektra a ověřil, že v ní již nejsou obsaženy další barvy. Newton následně provedl také opačný experiment. Paprsek rozložený prvním hranolem na spektrum nechal procházet spojnou čočkou a tím získal zpět původní bílé světlo.



Obr. 7.2: Newtonův pokus – opačné provedení (Rauner a kol., 2005, s. 129)

Z popsaných pokusů Newton vyvodil, že světelné paprsky procházející hranolem jsou lámány pod různým úhlem v závislosti na jisté vlastnosti světla, která bezprostředně souvisí s tím, co nazýváme barva. Touto jistou vlastností je, jak bude popsáno dále, vlnová délka světla.

7.1.3 Vlnová délka světla a její souvislost s barvou světla

Isaac Newton také pozoroval a zkoumal jev pojmenovaný po něm dnes Newtonovy kroužky. Při studiu tohoto jevu byl již blízko odhalení vztahu mezi vlnovou délkou a barvou světla. Později se však jeho pozornost upírala spíše k jiným odvětvím matematiky a fyziky jako jsou diferenciální počet, mechanika a pohybové zákony, vlastnosti gravitace. Vlnovými vlastnostmi světla se tak zabýval podrobně až někdo jiný.

Komplexní vlnovou teorii světla vybuodoval až James Clerk Maxwell (1831–1879). Maxwell se zabýval odvětvím fyziky, které na první pohled bezprostředně s barvami a světlem nesouviselo. Snažil se objevit základy jednotné teorie elektřiny a magnetismu, které nyní nazýváme teorie elektromagnetického pole. Mimo jiné se mu ale podařilo také dokázat, že světlo je pouze jednou z forem elektromagnetické energie a může tak být popsáno pomocí univerzálních rovnic elektromagnetických vln.

Je nutné připomenout, že Maxwell nebyl první, kdo se zabýval vlnovou teorií světla. Této myšlence se věnovali vědci již daleko dříve. Nedostatkem dřívějších vlnových teorií však bylo, že bylo nutno postulovat nějaké fiktivní či virtuální prostředí, tzv. éter, ve kterém by se mohly světelné vlny šířit. Až Maxwell vytvořil ucelenou teorii elektromagnetického vlnění, která pro vysvětlení šíření vln v prostoru nepotřebovala žádnou „berličku“ v podobě nehmotného éteru.

Vlnová délka viditelného světla se pohybuje ve stovkách nanometrů, zhruba mezi 380 a 770 nm. Elektromagnetické vlnění o vlnových délkách pod 380 nm a nad 770 nm je

pro lidské oči neviditelné. Uvedené hraniční vlnové délky mohou být pro různé lidi mírně odlišné, záleží na specifických vlastnostech konkrétního lidského oka. Newtonův pokus, při kterém vznikne barevné spektrum po průchodu bílého světla optickým hranolem, můžeme popsat také tak, že světelné vlny s kratší vlnovou délkou se lámou více než vlny s delší vlnovou délkou.

Nyní můžeme přiřadit jednotlivým barvám ve spektru příslušné vlnové délky a pomocí nich můžeme popsat barvy daleko přesněji, než to učinil Newton svými sedmi základními barvami – červená, oranžová, žlutá, zelená, modrá, indigová, fialová.

Naskytá se otázka, zda existuje „světlo“ s vlnovou délkou menší než 380 nm a větší než 770 nm. Maxwell se správně domníval, že neexistuje žádný důvod, proč by elektromagnetické vlnění těchto vlnových délek neexistovalo. Pouze ho lidské oko není schopno zaregistrovat. Oblast vlnových délek sousedící bezprostředně s červeným světlem, tj. vlnových délek nad 770 nm označujeme jako infračervenou oblast, oblast sousedící s fialovým světlem, tj. vlnové délky pod 380 nm, nazýváme ultrafialová oblast. Není problém sestrojít detektory, které budou schopné detekovat elektromagnetické vlnění i v dalších oblastech elektromagnetického spektra, např. rentgenové kamery, gama dalekohledy apod. nebo zařízení, která bude možné naladit na příjem konkrétních vlnových délek – radiopřijímače a televizní přijímače.

7.1.4 Jednoduché a složené barvy

Barva světla bezprostředně souvisí s jeho vlnovou délkou. Jednotlivé barvy můžeme pozorovat ve spektru po rozkladu bílého světla optickým hranolem. Je třeba si však uvědomit, že v přírodě se nachází daleko více barev, než je ve spektru. Konkrétním příkladem může být hnědá barva, která ve spektru jistě obsažena není. Ve spektru se nacházejí pouze barvy, které jsou tvořené světlem o jedné konkrétní vlnové délce. Takovým barvám říkáme jednoduché barvy, pokud bychom je měli nazývat podle toho, že obsahují pouze světlo jedné vlnové délky, říkáme, že jsou tvořeny monochromatickým (jednobarevným) světlem.

V přírodě můžeme ale většinou pozorovat světlo složené z více vlnových délek. V bílém světle jsou například zastoupeny zhruba rovnoměrně všechny vlnové délky viditelného světla. V růžové barvě bude také zastoupeno světlo všech vlnových délek, ale světla zeleného bude méně než ostatních. Tak můžeme pokračovat – v modrém světle nebude zastoupeno, nebo bude výrazně slabší, světlo žluté barvy; v červené barvě nebude příliš zastoupeno světlo zelené atd.

7.1.5 Vyzařování a odraz světla, průchod světla látkou

Při průchodu světla optickým hranolem získáme vždy pouze světla monochromatická, tj. jednoduché barvy tvořené světlem o jediné vlnové délce. Jakým způsobem můžeme získat barvy složené? Existují dva základní způsoby, kterými mohou objekty v přírodě ovlivňovat složení vlnových délek daného světla. Jedná se o vyzařování (emisi) světla a pohlcování (absorpci) světla.

- **Vyzařování (emise) světla.** Při vyzařování světla dochází k přeměně nějaké formy energie na energii světelnou. Vyzařování je vždy způsobeno chemickými nebo fyzikálními procesy, jako je například hoření. Pomocí každého konkrétního fyzikálního či chemického procesu získáme vyzářené světlo složené z konkrétních vlnových délek v konkrétním rozložení. Žádný zdroj světla v přírodě není „ideálně rovnoměrný“ v tom smyslu, že by vyzařoval zcela rovnoměrně na všech vlnových délkách viditelného světla.
- **Pohlcování (absorpce) světla.** Jedná se o opak emise, světelná energie je při ní přeměněna na jiné formy energie. Jakékoli světlo, které dopadne na těleso z dané látky, může být pohlceno jejími atomy či molekulami. Míra absorpce světla konkrétní vlnové délky je závislá na chemickém složení látky. Ve většině případů je z dopadajícího světla absorbováno světlo pouze konkrétních vlnových délek. Tak dochází ke změně poměru zastoupení vlnových délek v interagujícím světle, a tím ke změně barvy světla.

Jakékoli změny barvy světla při odrazu nebo průchodu tělesem či látkou, jinak řečeno změny v zastoupení jednotlivých vlnových délek ve světle odraženém od tělesa nebo ve světle tělesem prošlém jsou způsobeny pohlcováním (absorpcí) nebo vyzařováním (emisí) světla.

- **Odraz světla.** Světlo se neodráží od těles a povrchů, aniž by s nimi interagovalo. Na odraz je možné také pohlížet jako na pohlcení (absorpci) světla a jeho okamžité následné vyzáření (emisi). Někdy, například u ideálního zrcadla, je světlo, které se od něj odrazí, zcela totožné s dopadajícím světlem, změní se pouze jeho směr. Daleko častěji je ale dopadající světlo některých vlnových délek pohlcováno více než světlo jiných vlnových délek, takže odražené světlo má z hlediska zastoupených vlnových délek jiné složení. Jinými slovy odražené světlo má jinou barvu.
- **Průchod světla.** Světlo prochází průhlednými nebo průsvitnými látkami jako jsou voda, vzduch, filmová emulze, inkousty apod. Světlo při průchodu látkou interaguje s jejími molekulami nebo i většími částicemi a opět je světlo některých vlnových

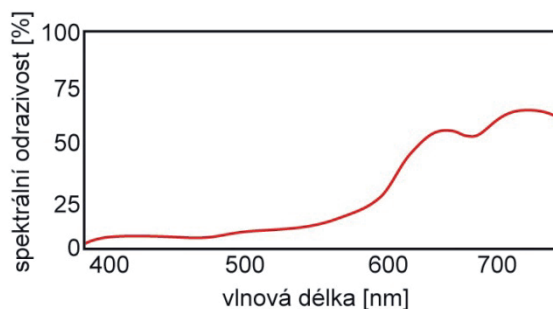
délek pohlcováno více než jiných, což znamená, že se mění barva procházejícího světla. V každém případě je míra absorpce pro všechny vlnové délky závislá na vrstvě látky, kterou světlo prošlo. Například voda se běžně jeví jako průhledná, ale při potápění do větších hloubek tomu tak zdaleka není a projde jí pouze malé množství světla. Jediným dokonale průhledným prostředím je vakuum.

Shrneme-li předchozí, všechny viditelné objekty je možné rozdělit do základních tří kategorií, na objekty vyzařující světlo, jako jsou světelné zdroje a např. počítačové monitory, a na dva druhy objektů pohlcujících světlo – od jedněch se světlo odráží, druhými světlo prochází.

Barvu průhledných či průsvitných látek může ve specifických případech ovlivnit i rozptyl světla, kterým lze vysvětlit např. modrou barvu oblohy, případně interference světla způsobující mimo jiné již zmíněné Newtonovy kroužky. Těmito jevy se zde však nebudu podrobněji zabývat.

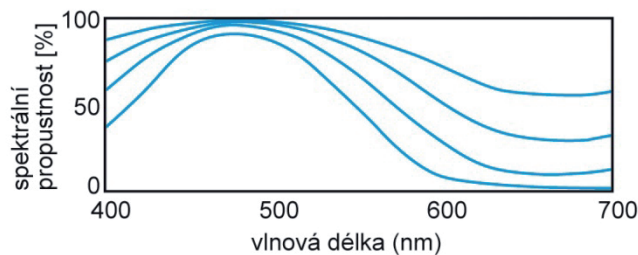
7.1.6 Spektrální data a spektrální křivky

Spektrální křivka objektu popisuje, jakým způsobem objekt ovlivňuje světlo jednotlivých vlnových délek. U objektu odrážejícího světlo můžeme popsat jeho spektrální odrazivost (reflektanci) – pro jednotlivé vlnové délky stanovíme intenzitu odraženého světla v procentech dopadajícího světla. Obrázek znázorňuje graf odrazivosti pro červený objekt – objekt odráží velice málo světlo krátkých vlnových délek (fialové, modré a zelené), částečně odráží žlutou část spektra a nejvíce odráží světlo delších vlnových délek (oranžové a červené).



Obr. 7.3: graf (spektrální křivka) odrazivosti červeného předmětu, (Hunt, 2004, s. 4)

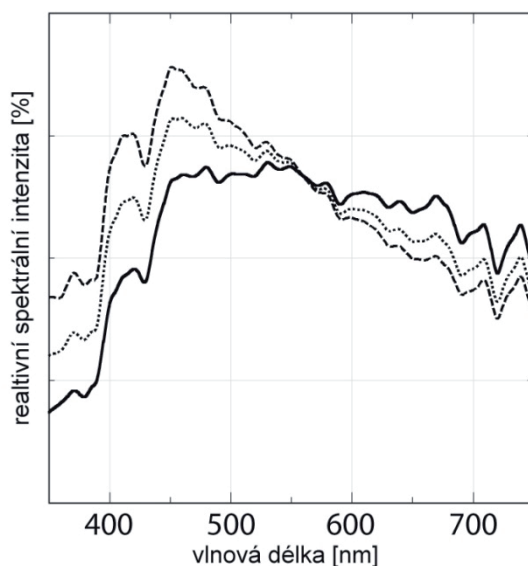
U objektů, které světlo propouštějí, můžeme zkoumat jejich spektrální propustnost – intenzitu prošlého světla pro jednotlivé vlnové délky udávanou opět v procentech dopadajícího světla. Další obrázek znázorňuje graf spektrální propustnosti pro azurový inkoust – propouští zejména světlo kratších vlnových délek (modré), méně středních a nejkratších (zelené a fialové) a nejméně dlouhých vlnových délek (oranžové, červené).



Obr. 7.4: graf (spektrální křivka) propustnosti azurového inkoustu v různých koncentracích (Hunt, 2004, s. 26)

Poznámka – inkousty používané v tisku jsou skutečně transparentní a má smysl udávat jejich propustnost nikoli odrazivost. Světlo projde inkoustem, poté se odrazí od bílého podkladového papíru a projde inkoustem podruhé cestou zpět. Při průchodu světla inkoust absorbuje světlo některých vlnových délek podle své barvy. Pokud však pohlédneme na papír a inkoust jako na jeden objekt, pak světlo odráží.

U objektů vyzářujících světlo můžeme měřit intenzitu vyzářené světelné energie pro jednotlivé vlnové délky udávanou v poměru k celkové vyzářené světelné energii. Na následujícím obrázku je graf spektrální křivky pro denní světlo, takto vypadá po průchodu světla zemskou atmosférou, ve které je částečně rozptýleno a pohlceno. Spektrální křivky pro denní světlo mohou mít poměrně různou podobu v závislosti na denní době, intenzitě slunečního svitu, výšce slunce nad obzorem, na oblačnosti, znečištění atmosféry, vlhkosti a dalších vlivech. Proto jsou na obrázku uvedeny tři různé křivky pro různé světelné podmínky.



Obr. 7.5: spektrální křivky denního světla v závislosti na atmosférických podmínkách (Giorgianni, Madden, 2008, s. 4)

Přístroje, pomocí kterých můžeme zkoumat spektrální křivky pro libovolné objekty na základě měření spektrálních dat, tj. množství světla odraženého nebo propuštěného objektem pro jednotlivé vlnové délky, resp. množství světla vyzářeného na jednotlivých vlnových délkách, se nazývají spektrofotometry.

7.1.7 Spektrální data – kompletní popis barvy

Nyní máme k dispozici první přijatelný model pro popis vlastnosti, kterou běžně nazýváme „barva objektu“. Běžné světlo nejčastěji obsahuje směs jednoduchých spektrálních světél různých vlnových délek. Přesné zastoupení konkrétních vlnových délek je dáno vlastnostmi světelného zdroje. Pokud se takové světlo odráží od povrchu tělesa nebo prochází průhledným či průsvitným tělesem, zastoupení jednotlivých vlnových délek ve světle se změní. Světlo některých vlnových délek je absorbováno více než světlo jiných vlnových délek. Výsledná kombinace vlnových délek je informací, které v běžném jazyce říkáme barva. Povrch tělesa má nějakou barvu, protože pohlcuje světlo některých vlnových délek, které na něj dopadá, zatímco odráží (propouští) světlo zbylé.

Spektrální data jsou kompletním a jednoznačným popisem barevné informace. V principu by bylo možné popis barvy pomocí její spektrální křivky uzavřít, ale existují důvody, proč popisovat barvu ještě jiným způsobem.

1. Spektrální křivka popisuje, jak se chová světelný zdroj a jakým způsobem je dopadající světlo ovlivňováno při odrazu nebo průchodu barevným tělesem. Nepopisuje ale vůbec, jakým způsobem registruje a interpretuje barvu lidské oko.

2. Při popisu barvy světla pouze pomocí jeho spektrální křivky by bylo velice obtížné vyrobit zařízení jako barevné televizní obrazovky, tiskárny, počítačové monitory, skenery a další. Je nutné přijít s jednodušším modelem barev, který umožní průmyslovou výrobu uvedených zařízení.

3. Spektrální data nejsou vhodná pro některé matematické operace s barvami a pro použití v situacích, kde je zapotřebí popsat a hlavně také vizualizovat vztahy mezi barvami. Je problémem znázornit do jednoho obrázku více než jednu nebo dvě barvy. Ze spektrálních dat není možné určit, jak jsou dvě barvy navzájem „vzdálené“ – v tom smyslu, že většina lidí bude některé dvě barvy považovat za vzájemně bližší než jiné dvě barvy. Dvě barvy se mohou lidskému oku jevit podobné, a přitom mohou být jejich spektrální křivky výrazně odlišné.

7.2 Tristimulus a jeho objev, RGB, CMY(K)

7.2.1 Maxwell, Young a Helmholtz

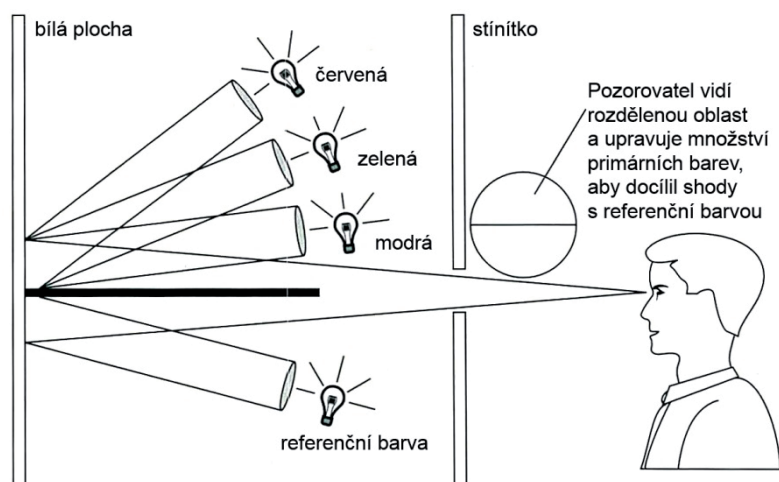
Jak bylo uvedeno v předchozích kapitolách, James Clerk Maxwell ukázal, že světlo je elektromagnetické vlnění a popsal souvislost barvy světla s jeho vlnovou délkou. Maxwell se ale také zabýval vnímáním barev lidským okem a roku 1861 sestrojil přístroj, pomocí kterého ověřil teorii, že všechny viditelné barvy je možné popsat pomocí tří základních (primárních) barev. S touto teorií však přišel již roku 1801 Thomas Young (1773–1829), britský lékař, fyzik a egyptolog, na základě prosté úvahy, že oko nemůže obsahovat specifické receptory pro všechny existující barvy vnímaného světla. Nezpochybnitelné zásluhy na popisu tříbarevného vnímání lidského oka má také Herman von Helmholtz (1821–1894), německý lékař, matematik, fyzik a filozof, který dřívější poznatky systematizoval, poprvé podrobně popsal myšlenku receptorů červené, zelené a modré barvy v lidském oku a první načrtl průběhy jejich spektrálních křivek.

Newton podrobně popsal chování zdrojů světla, světlo samotné a jeho barevné vlastnosti, oproti tomu Young, Helmholtz, a Maxwell se zabývali především vlastnostmi člověka a lidského oka. Oko je velmi efektivním nástrojem, který umí zpracovat informace o všech viditelných barvách pomocí pouhých tří druhů receptorů.

7.2.2 Pokusy s vnímáním barev

Většina pokusů popisujících tříbarevné lidské vidění je založena na nějaké variantě následujícího jednoduchého zařízení. Jedna část projekční plochy je osvětlena světlem referenční barvy, druhá část světlem smíchaným ze tří barevných zdrojů. Každý ze tří zdrojů se nazývá stimul a u pečlivě prováděných experimentů se jedná o světla jedné vlnové délky (monochromatická).

Testovaný subjekt nastavuje intenzitu tří světel tak, aby směs barevných světel odpovídala svou barvou referenční barvě.

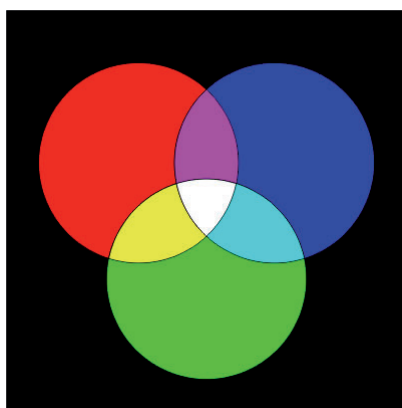


Obr. 7.6: experiment vnímání barev (Bunting a kol., 1994, s. 4/15)

Experimenty ukázaly, že pomocí jisté kombinace tří primárních barev (obvykle se jednalo o nějaké odstíny červené, zelené a modré) je možné docílit vjem odpovídající většině referenčních barev. Přesto existovaly referenční barvy, které se nepodařilo kombinací primárních barev nasimulovat. Pokud však byla přimíchána jedna z primárních barev k referenční barvě, bylo již možné dosáhnout libovolné referenční barvy. Světlo přidané k referenční barvě je možné chápat jako odečtené od zbývajících dvou primárních barev a je tak možno vytvořit zvláštní teoretickou představu o záporném množství světla.

7.2.3 Barvy RGB

Standardní podoba pokusu s vnímáním barev odpovídá popisu barvy pomocí hodnot RGB, které jsou známé zejména z práce na počítači. Červená (red = R), zelená (green = G) a modrá (blue = B) jsou aditivní primární barvy. To jinými slovy znamená, že můžeme nasimulovat každou barvu od černé po bílou přidáváním odpovídajícího množství červeného, zeleného a modrého světla (aditivní = související se sčítáním, skládáním). Bílou získáme, pokud je množství červeného, zeleného a modrého světla vyvážené a má maximální intenzitu.



Obr. 7.7: aditivní míchání barev

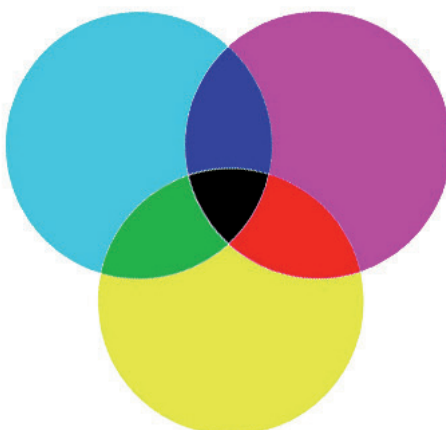
Jednou ze zásadních výhod RGB je, že představuje velice vhodný model pro konstrukci sériově vyráběných zařízení, která buď napodobují činnost lidského oka (skenery, kolorimetry, digitální fotoaparáty) nebo se snaží vyvolat v lidském oku dojem, že pozorovatel vnímá všechny možné viditelné barvy (např. monitory a televize). Monitor počítače například simuluje různé barvy tím, že v něm září s různou intenzitou červené, zelené a modré luminofory. Skener napodobuje barevné vidění tím, že měří intenzitu červeného, zeleného a modrého světla odraženého od snímané předlohy.

7.2.4 Barvy CMY

Pokud přijmeme RGB za nejjednodušší model barev kopírující principy vidění lidského oka, pak CMY je model stejně jednoduchý, je jistým protikladem či doplňkem RGB. U RGB modelu začínáme s neosvětlenou (černou) projekční plochou a přidáváním barevných RGB světél z ní dostáváme bílou. U CMY modelu naopak máme bílý papír a snažíme se z něj udělat černý. Jedná se o základní postup, který je využíván při barevném tisku a v malířství.

Z původní bílé barvy odražené od papíru musíme odečíst nějaké množství primární červené, zelené a modré. V případě barevného tisku odečteme červenou z bílé stránky pomocí pigmentu (inkoustu), který propustí všechny barvy s výjimkou červené. Jak vypadá „nečervený“ inkoust? Jedná se o barvu, kterou nazýváme azurová (cyan = C). Analogicky můžeme purpurovou (magenta = M) označit jako „nezelený“ inkoust a žlutou (yellow = Y) za „nemodrý“ inkoust.

Azurovou, purpurovou a žlutou barvu označujeme jako subtraktivní primární barvy, protože při jejich míchání vycházíme ze světla bílé barvy a postupně z něj odebíráme světlo určitých vlnových délek (subtrakce = odčítání, odebírání).



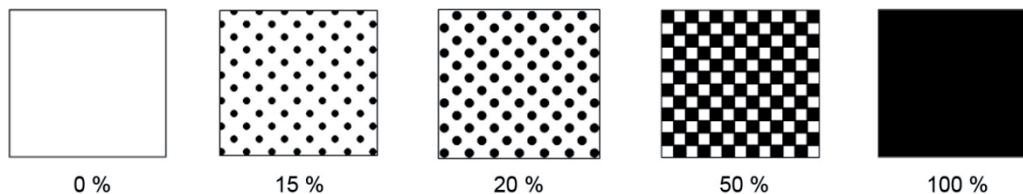
Obr. 7.8: subtraktivní míchání barev

Je užitečné připomenout, že převody mezi RGB a CMY a zpět jsou velice jednoduché. CMY je možné považovat za speciální formu RGB, takovou, která používá záporné hodnoty červené, zelené a modré.

Zásadním závěrem zůstává, že tři primární barvy jsou pro popis barvy dostačující. Lidské oko nám zprostředkovává vnímání všech barev a ve skutečnosti vystačí s pouhými třemi barvami kombinovanými v různém poměru.

7.2.5 CMY(K) a některé poznatky z oblasti barevného tisku

Plnobarevný tisk je nejčastěji založen na použití azurového, purpurového a žlutého inkoustu, které slouží jako červený, zelený a modrý filtr. Ty odstraňují z bílého světla odraženého od papíru světlo různých vlnových délek, azurový inkoust odstraňuje, neboli filtruje světlo delších vlnových délek, tedy červené barvy, purpurový inkoust odstraňuje zelenou barvu a žlutý inkoust odstraňuje modrou barvu. Množství světla filtrované každým inkoustem můžeme ovlivňovat tím, že část světla se od pozadí (papíru) odrazí nefiltrovaná. Inkoust proto nenaneseme na papír v plné ploše, ale pouze v některých místech daných tzv. tiskovým rastrem. Pokud tiskový rastr pokrývá např. pouze 20 % potištěné plochy a na 80 % je vidět bílý papír, uvidíme výrazně světlejší odstín dané barvy.



Obr. 7.9: polotóny a tiskový rastr

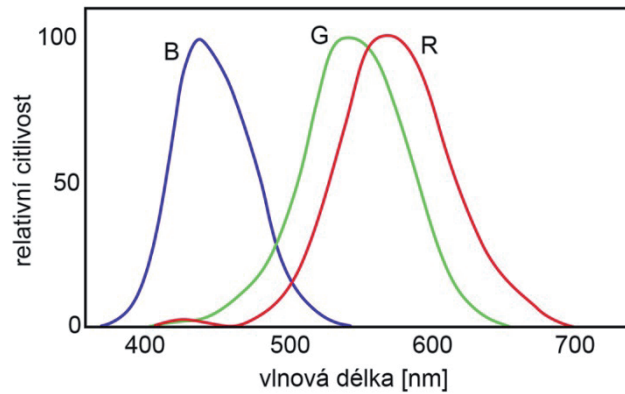
V ideálním případě bychom měli při smíchání stejných odstínů azurové, purpurové a žluté dostat neutrální odstíny šedé. Při smíchání 100 % inkoustu všech barev bychom měli získat černou. Vzhledem k tomu, že ani reálné inkousty ani reálný papír nejsou ideální, není prakticky možné vyrobit vše tak, aby např. azurová odfiltrovala pouze červenou a neodfiltrovala žádnou zelenou nebo modrou a aby se barvy při nanášení na papír mísily ideálním způsobem. Při tisku barevné plochy, která obsahuje 100 % azurové, purpurové i žluté, nedostaneme čistě černou. Obvykle dostaneme hodně tmavou špinavě hnědou barvu s nádechem do červena nebo do žluta.

Abychom získali kvalitní černou a šedou barvu, a také barvu pro tisk textu, používá se čtvrtá černá barva. Dalším důvodem pro použití čtvrté černé barvy je hospodárnost tiskového procesu. Pro tisk černé barvy pomocí černého inkoustu potřebují pouze třetinové množství barvy než při tisku pomocí tří inkoustů CMY. Také příprava jedné tiskové matrice pro černou je levnější než příprava tří matic pro CMY.

Výsledná kombinace se však neoznačuje jako CMYB (black = B), protože B je již používáno pro označení modré. Tiskaři používají pro černou název „klíčová“ (key = K) a odtud pochází známá zkratka CMYK, která označuje nejrozšířenější plnobarevnou formu tisku – čtyřbarevný tisk. Existují však také tiskové technologie, které používají více primárních barev.

7.2.6 Oko, další zařízení pro vnímání barev a jejich rozdíly

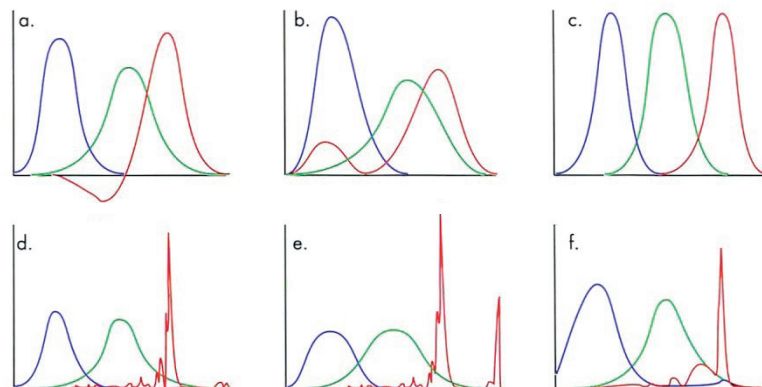
Young, Maxwell a Helmholtz v podstatě popsali lidské oko jako specifické RGB zařízení. Znamená to, že jsou v něm tři typy barvocitlivých receptorů zvaných čípký – jeden typ čípků je nejcitlivější v červené oblasti spektra, druhý v zelené oblasti a poslední v modré oblasti spektra. Pokud zobrazíme závislost citlivosti těchto tří druhů čípků na vlnové délce, dostaneme následující spektrální křivky.



Obr. 7.10: citlivost jednotlivých druhů čípků RGB (Hunt, 2004, s. 12, upraveno)

Ve skutečnosti je konkrétní způsob odezvy našeho orgánu zraku na tři primární barvy závislý na spoustě dalších faktorů. Kromě spektrální citlivosti jednotlivých druhů čípků závisí také na hustotě zastoupení čípků na sítnici oka, na způsobu, jak jsou signály z barvocitlivých receptorů přenášeny nervovými drahami do mozku a jak jsou v něm vyhodnocovány. Pro přesné měření poměru tří primárních barev, které odpovídají podnětu dané barvy u konkrétního jedinečného pozorovatele, můžeme použít experimenty zabývající se vnímáním barev v obdobném uspořádání, jaké bylo popsáno výše.

Podobně, jako můžeme nakreslit spektrální křivky pro tři RGB druhy receptorů v lidském oku, můžeme je nakreslit pro všechna RGB zařízení, kterými jsou skenery, digitální fotoaparáty a monitory. Výsledkem je široká paleta trojic křivek (funkcí) popisujících odezvu jednotlivých receptorů „pozorovatele“ na barevné světlo jednotlivých vlnových délek. Na následujících grafech jsou funkce barevné odezvy lidského oka a dalších RGB zařízení. Každá trojice křivek popisuje hodnoty R, G a B, ale pro každé ze zařízení existuje jiná definice, jak tyto hodnoty interpretovat.

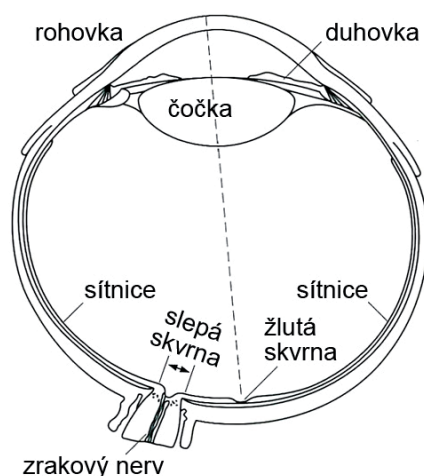


Obr. 7.11: a. funkce barevné odezvy pro lidského pozorovatele (viz výše), b. funkce barevné odezvy transformovaná na CIE standardního pozorovatele (viz dále) c. spektrální odezva pro plochý skener; d. e. f. spektrální emisní křivky tří různých monitorů (Bunting a kol., 1994, s. 4/19)

Je důležité si uvědomit, že každé RGB zařízení typu „pozorovatel“ má někdy mírně, jindy třeba ale i zásadně odlišnou odezvu na primární barvy. Definice RGB není pevným nezávislým standardem, vždy závisí na konkrétním zařízení.

7.2.7 Vidění lidského oka

Světlo vstupuje do oka průhlednou rohovkou a poté prochází zornicí, která ovlivňuje množství světla, jež vstupuje dovnitř oka. Za zornicí se nachází spojná čočka, která zaostřuje vstupující paprsek světla na sítnici. Sítnice se nachází v zadní části oka, je to vrstva, ve které jsou jednotlivé světlocitlivé buňky neboli fotoreceptory.



Obr. 7.12: Řez pravým lidským okem, pohled shora

Známe dva druhy těchto světlocitlivých buněk – tyčinky a čípky. Tyčinky jsou mnohem citlivější za nedostatku světla (při nočním vidění), ale není možné pomocí nich

vnímat barvy. V tyčinkách se nachází světlocitlivá bílkovina – fotopigment zvaný rodopsin. Čípky jsou méně citlivé a vidění pomocí čípků se uplatňuje za běžného denního světla. Místo rodopsinu obsahují čípky tři druhy iodopsinu, které jsou citlivé na různé oblasti viditelného spektra – maxima citlivosti odpovídají červené, zelené a modré barvě. Každý čípek obsahuje jeden z těchto tří fotopigmentů, proto rozlišujeme R, G a B čípky. Existence těchto tří druhů čípků je podstatou lidského barevného vidění.

Mnoho lidí (častěji muži než ženy) je postiženo nějakou formou tzv. barvosleposti. Obvykle se jedná o nedostatek, většinou však pouze částečný, jednoho ze tří typů barvocitlivých čípků.

7.2.8 Pojem tristimulus

V předchozích kapitolách popsané modely RGB a CMY jsou příklady zápisu barvy pomocí tří nezávislých hodnot. Jsou to příklady zápisu barvy pomocí tzv. tristimulu. Prakticky každý způsob měření nebo vnímání barev včetně pozorování lidským okem je založen na nějakém tristimulu. Jedinou podstatnou výjimkou jsou spektrální data.

Tristimulus je takový popis barvy, který k určení barvy používá tři hodnoty, podněty neboli stimuly. Nemusí to nutně být tři primární barvy. Jak bude zmíněno v další části, je možné barvu popsat například také pomocí tří jiných specifických charakteristik – odstín, sytost a jas. Tyto charakteristiky můžeme také označit jako stimuly, i když se nejedná o barvy.

Oproti popisu barvy pomocí spektrálních dat mají tristimuly nezanedbatelné výhody. Vycházejí z modelu lidského třibarevného vidění a barvy, které jsou pomocí nich popsané, mohou být zobrazeny ve třírozměrném prostoru – viz následující kapitola.

Tristimuly mají přirozeně také své nevýhody. Primární barvy červená, zelená a modrá nejsou definovány jednoznačně, označují vlastně poměrně široké oblasti spektra. Přesná vlnová délka nebo soubor vlnových délek pro primární barvy závisí na konkrétním zařízení. Existuje mnoho souborů primárních barev a tím i mnoho možných barvových prostorů. Další nevýhodou je, že popis barvy pomocí tristimulu je závislý nejen na vlastnostech povrchu zkoumaného tělesa, ale také na vlastnostech zdroje světla, které na povrch dopadá.

7.2.9 Barvový prostor

Jednou z výhod popisu barvy pomocí tristimulu je, že barva může být zobrazena ve třech nezávislých rozměrech. Každá barva pak může být reprezentována

jednoznačným místem v prostoru, pokud použijeme hodnoty tří stimulů jako souřadnice ve třech osách. Takový prostor nazýváme barvový prostor. (Terminologická poznámka – Anglické colour space je občas překládáno také jako barevný prostor. Domnívám se ale, že termín barvový prostor přesněji vystihuje podstatu daného pojmu.)

Mezi jednotlivými barvovými prostory je možné barvy převádět pomocí matematických transformací. Barvový prostor je jedním z typů ještě obecnějšího konceptu – barvového modelu.

7.3 HSB a související popisy barev

Nyní se budeme zabývat barvovým modelem HSB, který popisuje barvu pomocí hodnot odstín (hue = H), sytost (saturation = S) a jas (brightness = B). Nejdříve se však budeme věnovat historickému předchůdci modelu HSB, kterým je katalogizační systém barev malíře Alberta Henryho Munsella – Hue / Value / Chroma (odstín / hodnota / barevnost).

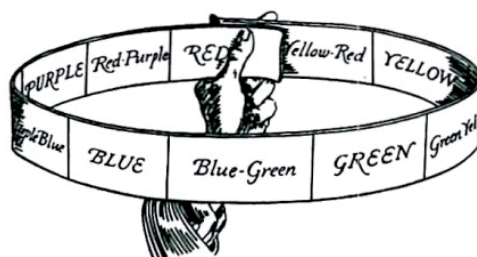
7.3.1 Systém Alberta Munsella

Zatímco Helmholtz se zabýval měřením spektrální odezvy lidských fotoreceptorů a sestrováním prvních spektrálních křivek pro tři typy barevných receptorů v lidském oku, umělec Albert H. Munsell (1858–1918) zaujal k nauce o barvách zcela jiný přístup. Munsell se nezabýval fyziologií barevného vnímání, ale zanalyzoval vztahy mezi jednotlivými barvami. Sestavil systém třídění a popisu barev založený na lidském vnímání rozdílů a vztahů mezi barvami. Vyvinul ucelený systém, pomocí něhož je možné pracovat s takovými pojmy, jako jsou doplňkové barvy, vyvážení barev a barevné kombinace. Munsellův systém stojí za zmínku především z následujících důvodů:

- Odděluje složku nezávislou na barvě, kterou je jas (Munsell jej nazývá hodnota), od dvou složek přímo popisujících barevnost, jimiž jsou odstín (Munsell používá stejný název) a sytost (tu Munsell nazývá barevnost). To umožňuje zkoumat barvy v pouhých dvou rozměrech, v podobě barevného kruhu na papíře.
- Je konzistentní z hlediska vnímání lidským okem. Vzdálenosti mezi barevnými vzorky v katalogu odpovídají subjektivně vnímaným rozdílům mezi barvami.
- Poskytuje pro komunikaci o barvách jasný a jednoznačný zápis. Místo vágních termínů typu „meruňkově oranžová“ a „ocelově modrá“ má každá barva v Munsellově systému své konkrétní místo.
- Je dodnes široce využívaný.

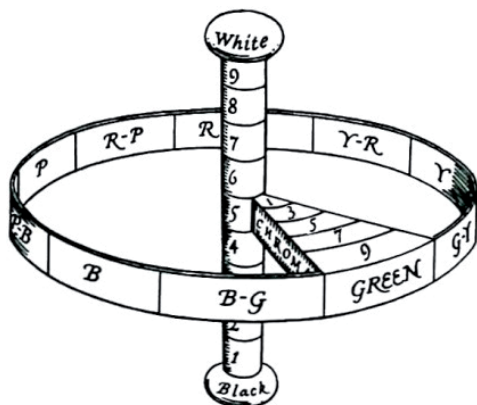
7.3.2 Munsellův zápis barvy

Munsell začal tím, že vzal pás viditelného spektra a stočil ho do kruhu, takže červená barva se ocitla vedle fialové. Potom rozdělil Munsell barevný kruh na deset oblastí (použil v té době moderní metrický základ, oproti Newtonovým sedmi barvám) a pojmenoval pět hlavních odstínů – červená (red = R), žlutá (yellow = Y), zelená (green = G), modrá (blue = B), fialová (purple = P) – a pět odstínů mezilehlých – žlutočervená (YR), zelenožlutá (GY), modrozelená (BG), fialovomodrá (PB) a červenofialová (RP). Uvedených deset oblastí rozdělil dalším desetinným dělením na podoblasti označené číslicí před písmenem barvy. 5Y tedy označuje pátý (prostřední) odstín v oblasti žluté barvy.



Obr. 7.13: Munsellova souřadnice odstín (hue), (Bunting a kol., 1994, s. 4/23)

Do středu kruhu umístil Munsell svislou tyč s hodnotami od 0 (černá) do 10 (bílá), mezi 0 a 10 se nacházejí hodnoty pro neutrální šedé barvy. Tato svislá škála reprezentuje Munsellovu souřadnici hodnota. Poloměr kruhu rozdělil na deset stejných kroků s hodnotou 0 na ose a 10 na obvodu, později ale rozsah barevnosti pro různé odstíny upravil. Vzdálenost od osy představuje Munsellovu souřadnici barevnost.

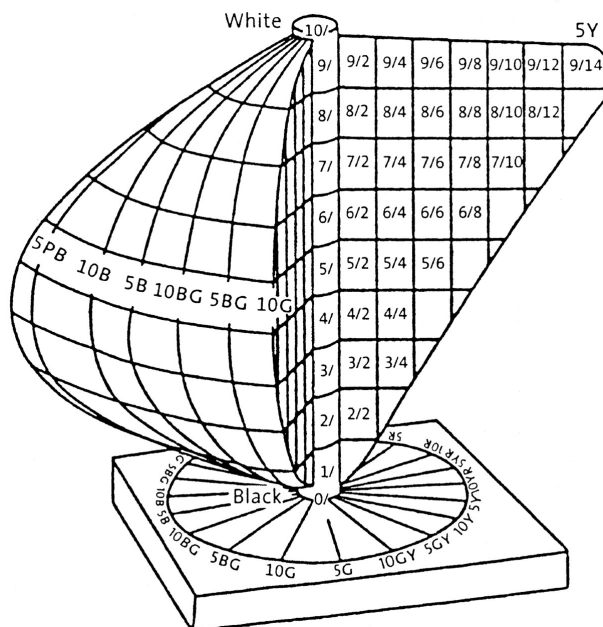


Obr. 7.14: Munsellovy souřadnice hodnota (value) a chroma (barevnost), (Bunting a kol., 1994, s. 4/23, upraveno)

Konkrétní barva je v Munsellově zápisu identifikována odstínem, který je následován hodnotou a barevností oddělenými lomítkem. Barva „5R 9/3“ má červený odstín, je

hodně jasná, nepříliš sytá, tj. růžová. „10RP 3/10“ je červenofialová barva, spíše temná, velmi sytá, tj. intenzivní vínová barva.

Munsell také upozornil, že maximální vnímatelná sytost se liší odstín od odstínu, a proto rozsah barevnosti není pro všechny odstíny stejný. Těleso viditelných barev netvoří kouli, není ani rotačně symetrické, je výrazně asymetrické.



Obr. 7.15: Munsellovo těleso viditelných barev,
(Diagrammatic representation of the Munsell color solid, 2011)

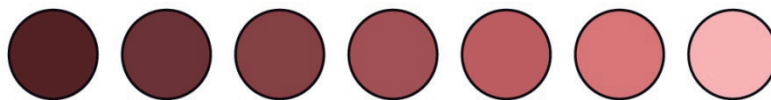
7.3.3 Barvy HSB

V nejrůznějších současných softwarových aplikacích se často využívají zápisy barev podobné Munsellovu systému odstín / hodnota / barevnost (hue / value / chroma = HVC). Hlavním důvodem je to, že RGB popis barvy se sice ideálně hodí pro počítačové periferie, jako jsou monitory či skenery, ale není příliš intuitivní pro přímou práci s barvami, pro editaci barev uživatelem. Je poměrně náročné pomocí přímé volby hodnot R, G a B namíchat barvu typu „broskvová“ nebo „hořčicová“.

Jedním z často používaných zápisů barev tohoto druhu je trojice odstín / sytost / jas (hue / saturation / brightness = HSB). Pro běžného člověka je jistě jednodušší popsat barvu pomocí tří intuitivních hodnot, jako jsou odstín (Munsellův odstín), sytost (Munsellova barevnost) a jas (Munsellova hodnota), než pomocí vzájemného poměru tří primárních barev RGB.

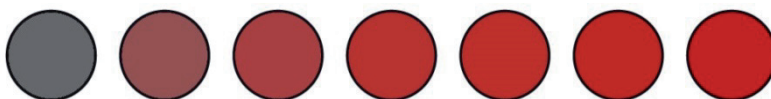
- **Jas** je hodnota pro intuitivní popis nejjednodušší. Jas je vlastnost, která charakterizuje, zda je barva světlejší nebo tmavší, kolik obsahuje světla. Jedním

extrémem je černá, druhým extrémem je bílá, mezi nimi jsou tóny dané barvy od nejtmavších po nejsvětlejší.



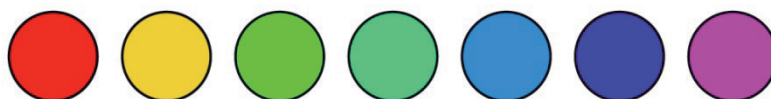
Obr. 7.16: HSB – jas

- **Sytost** určuje, zda barva neobsahuje příměsí neutrální šedé nebo bílé. Zářivá barva růže je velmi sytá, světlá pastelová růžová sytá není. Barvy s malou sytostí vypadají, že do nich byla přimíchána šedá. Syté barvy se často zdají být tvořeny světlem jedné vlnové délky.



Obr. 7.17: HSB – sytost

- **Odstín** je nejobtížnější popsat, pro mnoho lidí je odstín synonymem pro slovo barva. Odstín je vlastnost barvy, která jí dává základní pojmenování, jako červená, žlutá nebo modrozelená. Odstín bezprostředně souvisí s převládající vlnovou délkou světla dané barvy.



Obr. 7.18: HSB – odstín

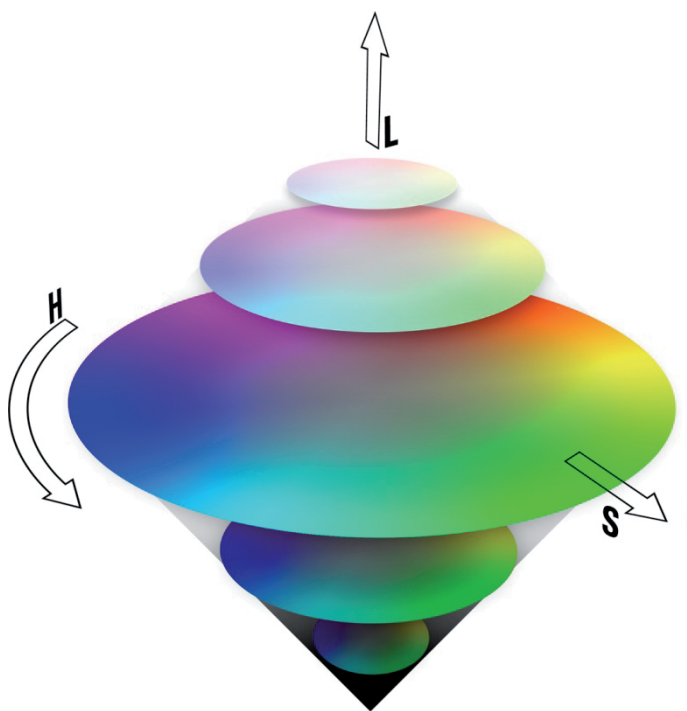
7.3.4 Barevný kruh

Pro přesné pochopení pojmu odstín a jeho souvislosti se sytostí a jasem je vhodné znázornit barvy v barevném kruhu. Munsell nebyl prvním, kdo takto znázornil barvy spektra, stejné uspořádání barev používal již I. Newton.

Nejběžnějším způsobem, jak rozmístit barvy na kruhu, je umístit tři aditivní primární barvy červenou, zelenou a modrou co nejdále od sebe, tedy do vrcholů rovnostranného trojúhelníku, a mezi ně vložit subtraktivní primární barvy azurovou, purpurovou a žlutou tak, aby každá barva ležela na kruhu proti svému doplňku, např. modrá proti žluté. Pak se každá barva, která je kombinací dvou primárních barev, nachází mezi nimi na stejné straně kruhu. Například žlutá je mezi zelenou a červenou, a žlutou také dostaneme

smícháním zeleného a červeného světla. Odstín je pak možné popsat pomocí úhlu vyznačeného na kruhu.

Sytost lze považovat za vzdálenost od středu kruhu. Pokud se pohybujeme od okraje kruhu k jeho středu, je to stejné, jako bychom k barvě postupně přidávali barvu doplňkovou a blížili se k neutrální šedé uprostřed. Jas je možné si představit znázorněný ve třetím rozměru vyběhající z kruhu nahoru a dolů. Při postupu směrem dolů budou barvy stále tmavší, až po jedinou černou barvu, při pohybu nahoru světlejší až po bílou. Výsledné těleso obsahující všechny viditelné barvy se podobá dvojitému kuželu – každý vodorovný řez tímto tělesem je barevným kruhem a jednotlivé řezy (kruhy) se liší pouze hodnotou jasu.



Obr. 7.19: dvojitý kužel jako model HSL (lightness = L) barvého prostoru (Color cones representing HSL color space, 2008)

Je nutno poznamenat, že HSB perceptuálně neodpovídá původnímu Munsellovu systému. Vzdálenosti barev v barvovém prostoru HSB jsou různé a mají pouze malou souvislost s tím, jak „běžný“ pozorovatel vnímá barevné rozdíly.

7.3.5 Rozdíly mezi HSB, HVC, HSV a dalšími

Ačkoli jsou Munsellovo označování barev HVC a barvový prostor HSB založeny na stejném principu, nejsou totožné. V zápisu HSB je odstín vyjádřený úhlem 0° až 360° (úhel měřený po obvodu barevného kruhu) a sytost a jas jsou zapsány procentuálně, tj.

hodnotou 0 % až 100 %. V Munsellově systému je odstín také udáván úhlem kolem barevného kruhu, ale Munsell používá zápis typu „2,5R“, což znamená dva a půl kroku podél kruhu od červené. Munsellova hodnota (dnešní jas) je vyjádřena čísly od 0 do 10, Munsellova barevnost (dnešní sytost) má dokonce pro různé odstíny různé rozsahy, výchozí je také rozsah 0 až 10.

HSB je nejčastěji používaným zápisem barvy v počítačových aplikacích, ale přesto, nebo právě proto, existuje celá řada dalších odvozených variant. Můžeme zmínit například velmi podobné Apple HSL, kde L označuje hodnotu světlost (lightness = L). Není nutné zmiňovat podrobně všechny další varianty, je možné se setkat s HSV, LHS, HLS i HSC. Ve většině případů se jedná pouze o přejmenování souřadnic a změnu jejich pořadí, ale vždy je vhodné ověřit i formu zápisu a přípustné rozsahy hodnot ve vztahu k základnímu barvovému prostoru HSB.

7.3.6 Vztah mezi RGB a HSB

Neexistuje žádný přímý způsob, jak změřit odstín nebo sytost barvy nějakého povrchu. (Můžeme změřit pouze jas podle množství světla odraženého od povrchu.) Namísto toho jsou hodnoty HSB odvozené přímo z hodnot RGB. Konverze mezi RGB a HSB je popsána jednoznačnými matematickými vztahy a není nutné ji zde uvádět. (Na internetu je k dispozici mnoho výskytů popisu této konverze i v podobě algoritmů nebo přímo jednoduchých aplikací.)

Je však důležité si uvědomit, že HSB tím, že hodnoty jsou počítány přímo z hodnot RGB, má také stejná omezení. Pokud budou na dvou různých monitorech vypadat odlišně barvy se stejnými hodnotami RGB, budou na těchto monitorech vypadat odlišně i barvy se stejnými hodnotami HSB. Abychom docílili stejných barev, musíme na každém z monitorů nastavit jiné číselné hodnoty HSB, resp. RGB. Říkáme, že zápis barvy pomocí hodnot HSB je, stejně jako zápis barvy pomocí RGB, závislý na konkrétním zařízení.

7.3.7 Terminologická poznámka – je HSB tristimulus?

V odborné literatuře a výkladových slovnících je nejednotnost v tom, zda zápis barvy pomocí HSB je také vhodné označovat jako tristimulus, nebo zda by tento termín měl být vyhrazen pouze pro popis barvy použitím tří primárních barev, jako jsou například červená, zelená a modrá. Tato nejednotnost pro nás však není příliš důležitá, například i proto, že hodnoty HSB lze přímo vypočítat z hodnot RGB.

Nadále budeme používat slovo tristimulus v jeho obecnějším významu, jako označení jakékoli definice barvy založené na třech hodnotách. S tím totiž souvisí i možnost zobrazit množinu všech viditelných barev v podobě třírozměrného tělesa nebo prostoru. Pokud bychom potřebovali výslovně zmínit, že nějaký barvový prostor je založen na třech primárních barvách, uvedeme, že se jedná o trichromatický barvový prostor. Takový barvový prostor pak chápeme jako zvláštní případ tristimulu.

7.4 CIE – Commission Internationale de l’Eclairage

V předchozích kapitolách bylo popsáno několik typů tristimulů, tj. definic barev založených na třech hodnotách. Jednalo se o RGB, CMY (s odvozenou formou CMYK) a HSB (s jeho variantami HVC, HSL a dalšími). Všechny tyto barvové prostory mohou být odvozeny z RGB a všechny proto také mají základní nedostatek RGB. Každé zařízení – lidské oko, skener, monitor, tiskárna atd. – má mírně odlišné tři primární barvy a tím také odlišnou definici celého barvového prostoru RGB. Existují stovky různých barvových prostorů, každý z nich je optimálně vhodný k danému účelu, je poměrně jednoduché převádět hodnoty barev z jednoho do druhého, ale žádný z nich není možné označit jako obecný standard pro všeobecné využití.

Skupina vědců zabývajících se barvami – tzv. skupina CIE – se pokusila tento problém vyřešit a vypracovala definici nového barvového prostoru, nového tristimulu, který vychází z RGB, ale v mnoha ohledech je lepší. Tento systém se nazývá XYZ. Běžný člověk, resp. uživatel počítače se s ním většinou vůbec neseťká, je primárně používán pouze pro kolorimetrické účely a případně pro interní zápis barvy v některých softwarových aplikacích. V dalším uvedeme, které problémy řeší.

Zkratka CIE označuje francouzský termín „Commission Internationale de l’Eclairage“ (Mezinárodní komise pro osvětlování). Od založení CIE v roce 1913 se každoročně scházejí vědečtí delegáti z mnoha zemí, aby projednali otázky týkající se výzkumu v různých oblastech vědeckého poznání lidského vnímání barev. Cílem CIE bylo vytvořit a průběžně aktualizovat systém, který umožňuje precizně popisovat barvy a jejich kvantitativní vlastnosti, případně přímo specifikovat barevnost různých produktů, jako jsou tiskařské barvy, fólie, inkousty, barevné monitory atd.

7.4.1 Dva mezníky v práci CIE – 1931 a 1976

Jednou z klíčových schůzek v historii CIE bylo setkání v září 1931 v Cambridgi v Anglii. Z tohoto roku pochází první komplexní pokus využít velké množství

nejrůznějších dosud naměřených dat a vytvořit z nich systém, který systematicky popisuje světelné a pozorovací podmínky, za kterých má být do budoucna prováděno sledování a měření barev.

Mimo jiné specifikuje systém CIE 1931 následující:

- **Standardní pozorovatel** – definice průměrného lidského pozorovatele,
- **Standardní osvětlení** – specifikace některých světelných zdrojů, které mají být používány pro porovnávání barev,
- **Primární systém, barvový prostor XYZ** – systém imaginárních primárních barev souvisejících s RGB, ale vhodnějších jako standard pro výpočty, popisuje jak barvy světelných zdrojů, tak barvy objektů odrážejících či propouštějících světlo,
- **Barvový prostor xyY** – barvový prostor odvozený od XYZ, odděluje souřadnice x a y popisující barevný odstín od souřadnice Y , kterou je jas barvy,
- **Chromatický diagram** – graf, který přehledně zobrazuje všechny viditelné barvy a vztahy mezi nimi.

V následujících letech byl uvedený systém postupně zdokonalován a upřesňován, a to včetně úpravy definice standardního pozorovatele v roce 1964.

Dalším klíčovým rokem je pro CIE a vědecký popis barev rok 1976. V tomto roce komise CIE definovala zejména následující:

- **Perceptuálně uniformní barvové prostory** – barvové prostory Lab a Luv bližší lidskému vnímání barev, vhodné pro posuzování „vzdáleností“ barev,
- **Barevná diference, rozdíl barev** – definice vztahu pro barevnou diferenci (ΔE), který umožňuje číselně popsat „vzdálenost“ nebo „rozdíl“ dvou barev.

Dále rozebereme uvedené klíčové pojmy podrobněji.

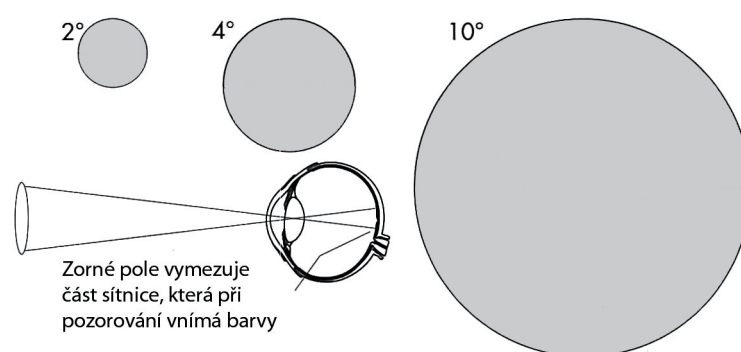
7.4.2 Standardní pozorovatel (2° a 10°)

Pro určení standardů měření je nutné definovat parametry pozorovatele. V průběhu předchozích let bylo prováděno s dobrovolníky velké množství experimentů týkajících se vnímání barev za účelem definice „normálního“ lidského vidění. Jedním z faktorů, které mohou mít vliv na barevnou citlivost lidského oka i u jednoho konkrétního pozorovatele, je také velikost zorného pole.

V roce 1931 byl definován standardní pozorovatel s 2° zorným polem a tento standard se užívá dodnes. Roku 1964 byla zkoumána a ověřována dříve prováděná měření a byly objeveny rozdíly, zejména v modrozelené oblasti spektra, pokud byly zorné úhly větší než 2°. Příčina těchto zjištěných rozdílů je zajímavá. V úplném středu sítnice

uprostřed žluté skvrny je oblast nazývaná fovea. Je to jediná oblast na sítnici, kde množství barevných fotoreceptorů čípků významně převyšuje množství nebarevných fotoreceptorů pro noční vidění – tyčinek. Je-li zorné pole větší než 4° , zasahuje již barevné vidění i do oblasti s menší koncentrací čípků, což může způsobit mírnou odchylku při vnímání barev. Skutečný rozdíl je velice malý, zřídka pozorovatelný, nicméně je měřitelný. Ze zasedání CIE v roce 1964 vyplynula definice doplňkového standardního pozorovatele s 10° zorným polem, která by měla být použita při jakémkoli pozorování se zorným polem větším než 4° . Od tohoto roku by každé měření barev mělo obsahovat informaci, zda odpovídá použití definice 2° standardního pozorovatele z roku 1931 nebo definice 10° doplňkového standardního pozorovatele z roku 1964. Není-li tento údaj uveden, předpokládá se použití původní definice 2° standardního pozorovatele.

Pro představu o velikosti zorného pole 2° a 10° standardního pozorovatele slouží následující obrázek. Kruhy v něm vyznačené znázorňují zorná pole 2° , 4° a 10° za předpokladu, že je stránka pozorována ze vzdálenosti 25 cm.



Obr. 7.20: zorné pole standardního pozorovatele (Bunting a kol., 1994, s. 4/31)

7.4.3 Standardní osvětlení

Aby byly podmínky pozorování barvy kompletní, je vždy nutné specifikovat vlastnosti zdroje světla, který osvětluje pozorovanou barevnou plochu. Zasedání CIE v roce 1931 definovalo tři standardní osvětlení A, B a C, ke kterým byla později přidána sada osvětlení D, hypotetické osvětlení E a dále sada neoficiálních zářivkových osvětlení F. Standardní osvětlení byla charakterizována jako žárovky reprodukcující světlo určité barevné teploty.

Osvětlení A až F jsou popsána následovně:

- **A** – Žárovka s barevnou teplotou 2 856 K vyzařující žlutooranžové světlo. Standardní osvětlení A se obecně používá k simulaci osvětlení klasickými žárovkami.
- **B** – Žárovka s filtrem pro simulaci přímého slunečního světla odpovídajícího barevné teplotě 4 874 K. Dnes je standardní osvětlení B používáno jen velice zřídka.
- **C** – Žárovka s filtrem pro simulaci nepřímého slunečního světla odpovídajícího teplotě 6 774 K. Standardní osvětlení C je poměrně často používáno a je považováno za dobré přiblížení reálnému nepřímému slunečnímu světlu. Nejedná se však o dokonalou simulaci slunečního světla, protože neobsahuje dostatečné množství ultrafialového záření, které je zapotřebí při vyhodnocování fluorescenčních barev.
- **D** – Osvětlení nazývané denní světlo. Jde vlastně o celou skupinu jednotlivých definovaných osvětlení. Standardní osvětlení D65 odpovídá barevné teplotě 6 500 K a je téměř totožné se standardním osvětlením C. Je však ještě přesnějším přiblížením k reálnému nepřímému slunečnímu světlu, protože obsahuje ultrafialovou složku pro lepší vyhodnocování fluorescenčních barev. Všechna osvětlení D jsou pojmenována podle své barevné teploty. D50 a D75 odpovídají barevným teplotám 5 000 K a 7 500 K. Standardní osvětlení D65 a D50 jsou dnes při posuzování barev zdaleka nejrozšířenější.
- **E** – Osvětlení s rovnoměrným (equal) rozložením energie. Standardní osvětlení E ve skutečnosti neexistuje. Jedná se o teoretický světelný zdroj, který vyzařuje na každé vlnové délce viditelného světla stejné množství energie.
- **F** – Zářivkové osvětlení. Jde o sadu zářivkových světelných zdrojů, které nejsou oficiálními osvětlovacími standardy CIE. Zářivková svítidla mají ve svých spektrálních křivkách ostré špičky, a tak u nich není možné hovořit o barevné teplotě v přesném slova smyslu. Protože jsou ale zářivkové zdroje běžně používané, doporučuje CIE některé z nich alespoň jako neoficiální standardy pro porovnávání jejich barev. Zářivková osvětlení jsou označována F1 až F12 a CIE z nich doporučuje F2 (studená bílá zářivka), F7 (zářivka s denním světlem) a F11 (úzkopásmová zářivka).

Kromě definice standardního pozorovatele jsou tedy specifikace barev podle CIE závislé také na konkrétním osvětlení použitém během měření.

7.4.4 Barevná teplota

Pro popis zářících zdrojů světla se často používá pojem barevná teplota. Všechna zahřátá tělesa vyzařují světlo. I člověk s normální tělesnou teplotou 37 °C (310 K) vysílá záření, ale pouze na dlouhých vlnových délkách v infračervené oblasti.

Vědci definovali hypotetické tzv. absolutně černé těleso, které neodráží ani nepropouští žádné světlo. Absolutně černé těleso dokonale pohlcuje světlo všech vlnových délek, takže jakékoli světlo, které opouští jeho povrch, muselo být tímto tělesem vyzářeno. Rozložení vlnových délek vyzařovaných zahřátým absolutně černým tělesem při dané teplotě udává Planckův vyzařovací zákon. Při teplotě 2 000 K těleso září oranžově, při 4 800 K září jasně žlutě, při 6 500 K je vyzařovaná barva bílá (vlnové délky viditelného světla jsou zastoupeny podle Planckova zákona podobně jako u Slunce), při 9 300 K má světlo již výrazně modravý nádech. Při vyšších teplotách zůstává světlo namodralé, protože velká část záření má tak krátké vlnové délky, že se dostává do ultrafialové oblasti a není viditelná.

Analogickým způsobem mohou být popsány všechny zdroje vyzařující světlo. Spektrální křivka zdroje může být změřena a označena např. jako 2 800 K (75W žárovka) nebo 6 500 K (denní světlo). Počítačové monitory a televizní obrazovky mají tzv. charakteristický bílý bod. Monitor s bílým bodem 9 300 K se bude jevit namodralý, monitor s bílým bodem 4 800 K bude mít žlutý nádech. Tento popis je však pouze přibližný, protože většina reálných zdrojů vyzařujících světlo se zdaleka nechová jako absolutně černá tělesa.

Popis barvy pomocí barevné teploty je možný pouze u zdrojů, které vyzařují světlo. V žádném případě ho nelze použít u těles, která světlo odrážejí nebo propouštějí. Tento popis je striktně založen na modelu záření absolutně černého tělesa.

7.4.5 XYZ – hodnoty tristimulu CIE

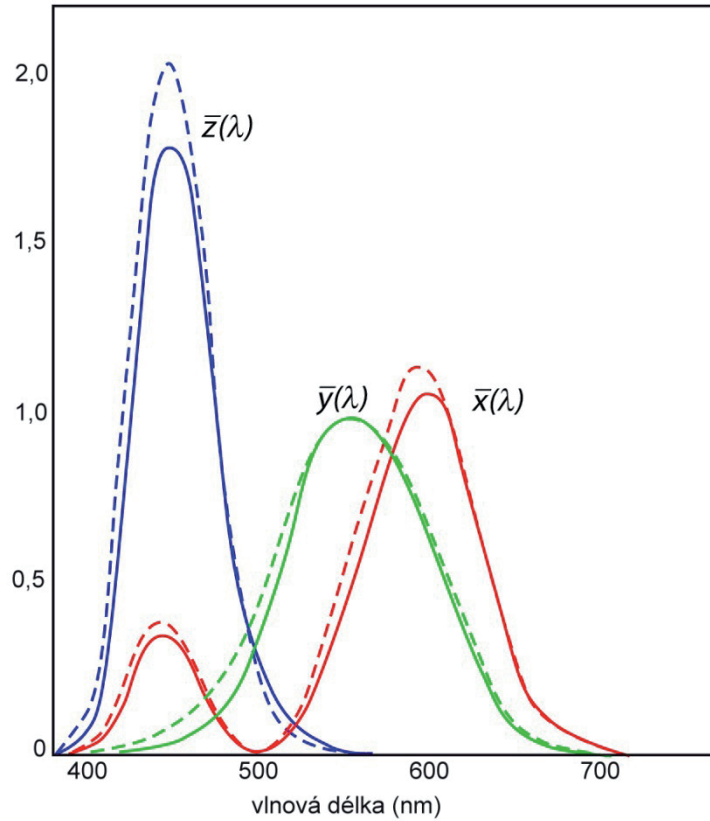
Barvový prostor CIE XYZ definuje všechny barvy pomocí tří imaginárních primárních barev X, Y a Z založených na principech totožných s principy lidského vnímání barev. Tento barvový prostor se v běžném životě téměř nepoužívá. Je využíván pro kolorimetrické zpracování barev a interně také v některých počítačových aplikacích pro transformace barev. Přesto je jednoznačně základem systému CIE.

Existuje nekonečně mnoho popisů barev založených na třech primárních barvách, např. různých RGB prostorů, a všechny mají stejnou platnost. Je možné barvy mezi nimi libovolně transformovat, a proto je možné zvolit za základní libovolný soubor primárních

barev. Komise CIE zvolila soubor primárních barev X, Y a Z, který je definovaný následujícími vlastnostmi:

1. Je založen na experimentálních údajích z pokusů s lidským vnímáním barev. Tím je zajištěno, že výsledky při teoretických operacích s barvami pomocí matematických výpočtů odpovídají přesně realitě.
2. Sada primárních barev X, Y a Z se chová aditivně, stejně jako primární barvy RGB. Každá barva může být vyjádřena jako směs složek X, Y a Z se stejně značenými hodnotami X, Y, Z.
3. Jedna z uvedených tří hodnot – Y – zároveň odpovídá jasů barvy. (Jas barvy závisí na vlnové délce příslušného světla. Barvy některých vlnových délek, zejména žluté a zelené části spektra, se jeví jasnější, než okraje spektra – hluboké fialové a červené odstíny.)
4. Všechny hodnoty všech tří složek jsou kladné. Experimenty s vnímáním barev nedávají pro XYZ výsledky, které by vyžadovaly zápornou hodnotu některé z primárních složek, jak bylo zmíněno výše.

Definice primárních barev XYZ je přímou součástí specifikace standardního pozorovatele z roku 1931. CIE definuje pro standardního pozorovatele sadu barvových funkcí – soubor tří spektrálních křivek, které popisují, jakým způsobem je nutno kombinovat primární barvy XYZ pro reprodukci všech existujících barev spektra, resp. všech vlnových délek viditelného světla.



Obr. 7.21: Barvé funkce (hodnoty tristimulu CIE) 2° standardního pozorovatele 1931 (plná čára) a 10° standardního pozorovatele 1964 (čárkovaná čára), (Hunt, 2004, s. 99)

Hodnoty X , Y a Z jsou definovány následovně:

$$X = k \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{x}(\lambda) \beta(\lambda) d\lambda$$

$$Y = k \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) \beta(\lambda) d\lambda$$

$$Z = k \int_{\lambda} S(\lambda) \bar{z}(\lambda) \beta(\lambda) d\lambda$$

kde

$$k = \frac{100}{\int_{\lambda} S(\lambda) \bar{y}(\lambda) d\lambda}$$

$\beta(\lambda)$ = spektrální odrazivost vzorku při vlnové délce λ . Pro průhledné nebo průsvitné vzorky se jedná o spektrální propustnost $\tau(\lambda)$.

$S(\lambda)$ = spektrální rozložení energie osvětlení podle vlnové délky λ ,

$\bar{x}(\lambda)$, $\bar{y}(\lambda)$, $\bar{z}(\lambda)$ jsou barvé funkce pro 2° standardního pozorovatele z roku 1931.

7.4.6 xyY – chromatický diagram CIE

Barvový prostor xyY je odvozený přímo z prostoru XYZ a je určen především ke grafickému znázornění barev ve dvojrozměrném prostoru nezávisle na světlosti barvy. Hodnota Y je identická s hodnotou Y, jež je součástí tristimulu XYZ a představuje světlost nebo jas barvy. Hodnoty x a y se nazývají chromatické souřadnice barvy a jsou vypočtené přímo z hodnot tristimulu XYZ následujícím způsobem:

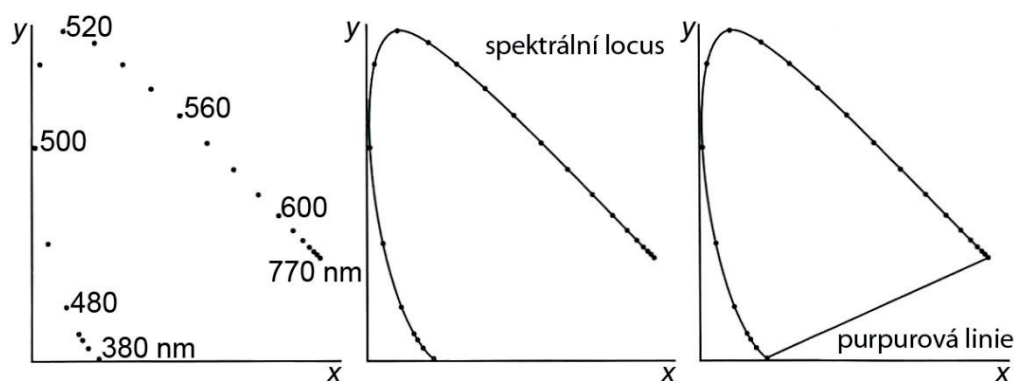
$$x = \frac{X}{X+Y+Z} \quad y = \frac{Y}{X+Y+Z} \quad z = \frac{Z}{X+Y+Z}$$

Z toho vyplývá, že $x + y + z = 1$, a proto je libovolná ze tří chromatických souřadnic x, y a z jednoduše odvoditelná ze zbývajících dvou, např. $z = 1 - x - y$.

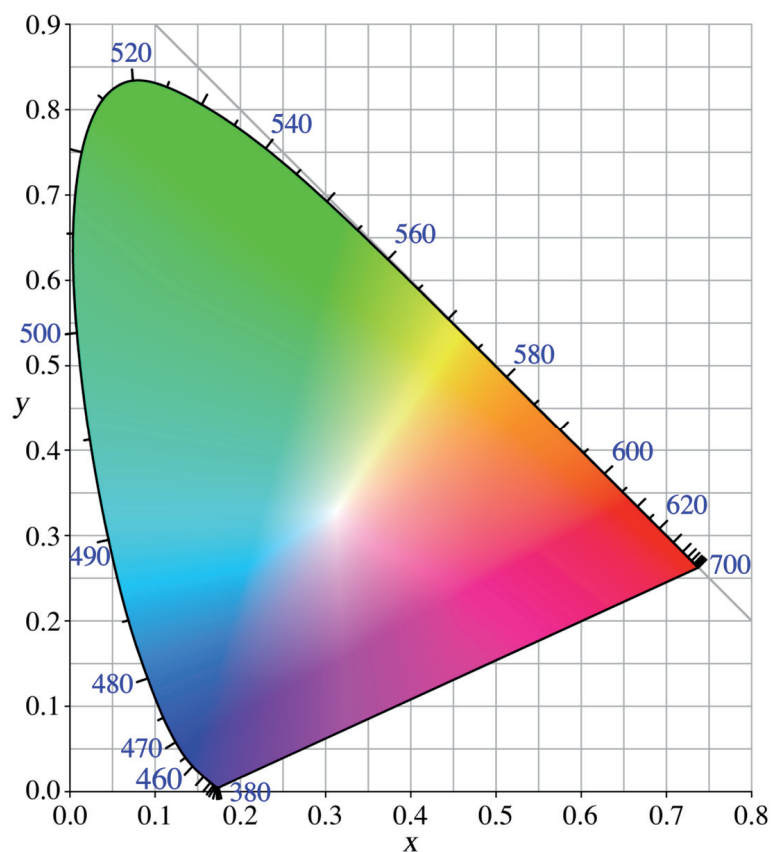
CIE se tímto částečně vrací k Munsellovu katalogizačnímu systému a odděluje jasový atribut barvy od hodnot popisujících pouze čistou barvu – chromatických složek. Dvě barvy, které se od sebe liší pouze jasnem, mají tentýž chromatický popis a tedy stejné chromatické souřadnice.

Hodnoty x a y je možné zobrazit ve velice užitečném grafu nazývaném chromatický diagram. Tento diagram významným způsobem zpřehledňuje poměrně komplikovaný systém barev zavedený CIE a činí ho srozumitelným i laikům. Poskytuje názorný náhled všech viditelných barev a zobrazuje vztahy mezi nimi.

Pokud převedeme na chromatické souřadnice x, y čisté spektrální barvy, dostaneme v chromatickém diagramu tvar podkovky, známý jako spektrální locus. Protože všechny viditelné barvy jsou definované jako směs těchto čistých spektrálních barev, musí se nacházet uvnitř této křivky. Čára, která spojuje koncové body podkovky, se nazývá purpurová linie nebo purpurová hranice. Barvy na této čáře jsou složeny ze směsi čistého fialového světla o vlnové délce 380 nm a červeného světla o vlnové délce 770 nm.



Obr. 7.22: konstrukce chromatického diagramu CIE



Obr. 7.23: chromatický diagram CIE 1931 (CIE 1931 xy chromaticity diagram, 2005)

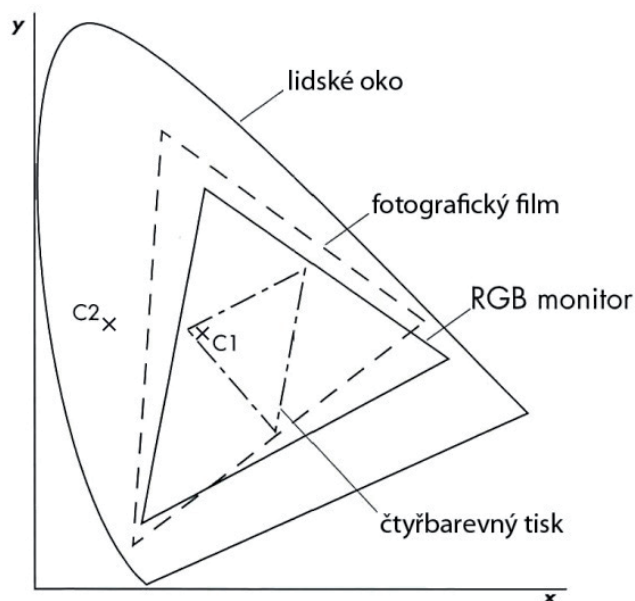
Je třeba si uvědomit, že barvy zobrazené v diagramu vytištěném na této stránce, jsou pouze zástupné – jsou zkreslené technickými omezeními tiskového procesu použitého k vytištění stránky, případně technickými omezeními monitoru počítače, dataprojektoru apod.

Chromatický diagram je do jisté míry podobný barevnému kruhu, tj. vodorovnému průřezu barvovým prostorem HSB. Ve středu podkvy se nacházejí neutrální barvy, pokud se vzdalujeme od středu, jsou barvy sytější, a na okrajích se nacházejí nejsytější čisté spektrální barvy. Odstín barvy se mění při pohybu po obvodu podkvy.

Podstatný rozdíl je ale v tom, že u chromatického diagramu je zcela jasná představa, kde se nacházejí viditelné barvy. Případné virtuální barvy ležící mimo oblast ohraničenou spektrálním locusem a purpurovou linií jsou lidským okem neviditelné, tj. mají nulový jas, případně jsou lidským okem neodlišitelné od barev, které leží na obvodu oblasti. Oblast viditelných barev se nazývá barevný gamut (rozsah) lidského barevného vnímání. V praxi můžeme určit barevný gamut pro libovolné zařízení pracující s barvami na

principu nějakého tristimulu. Pro monitory, tiskárny i další zařízení je možné nakreslit jejich barevný gamut, který vymezuje barvy jimi reprodukovatelné.

Chromatický diagram na následujícím obrázku ukazuje barevný gamut typického počítačového monitoru a tiskárny. Barvy mimo daný gamut nedokáže zařízení nikdy reprodukovat a tento fakt vyplývá již přímo ze sady primárních barev, kterou používá. Uvedená tiskárna například dokáže vytisknout pouze azurovou barvu C1, při pokusu o tisk azurové barvy C2 mimo gamut bude výsledek téměř stejný jako při tisku C1.



Obr. 7.24: barevný gamut různých zařízení (Bunting a kol., 1994, s. 4/38)

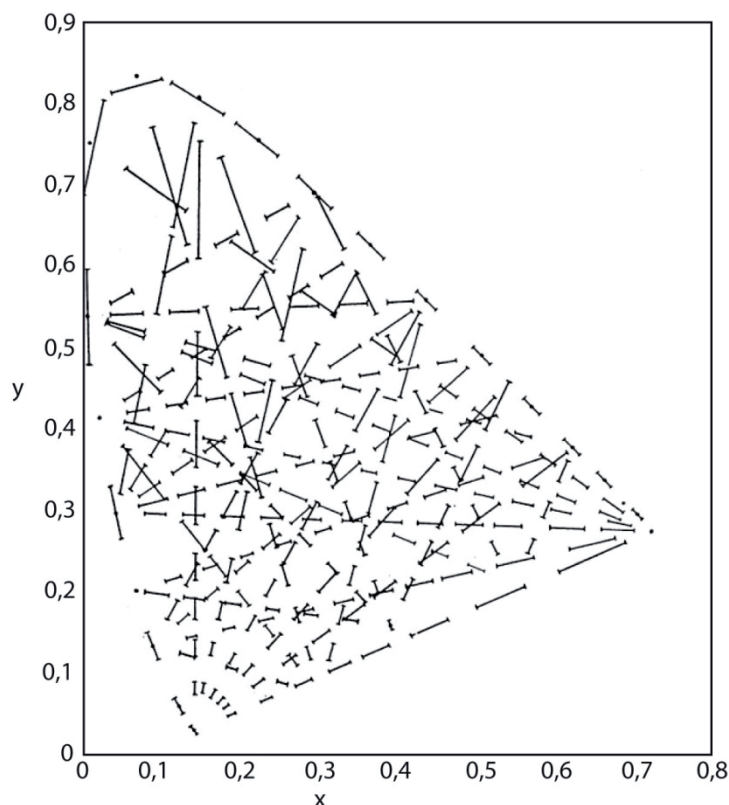
7.4.7 Lab a Luv – perceptuálně uniformní barvové prostory

CIE Lab a Luv jsou barvové prostory, které mají za cíl být perceptuálně uniformní. Perceptuálně uniformní systém (barvový prostor) je takový, ve kterém číselná vzdálenost mezi libovolnými dvěma barvami v barvovém prostoru odpovídá pozorovatelem vnímané „blízkosti“ nebo „vzdálenosti“ těchto barev.

Terminologická poznámka. Poměrně dlouhou dobou jsem se pokoušel o adekvátní překlad výrazu perceptuálně uniformní. Nalezl jsem jediný přijatelný překlad „jednotný z hlediska vnímání“ (Fraser, Murphy, Bunting, 2003, s. 70). Toto označení však dle mého o obsahu daného pojmu neříká vůbec nic, a proto se v textu přidržuji původního označení a jeho opisného vysvětlení.

Nejprve se podíváme na tento problém v chromatickém diagramu xy. Pokud necháme lidského pozorovatele zkoumat dvojice barev a posuzovat jejich vzájemnou

„vzdálenost“, dospějeme k nějaké intuitivní definici jednotky „barevné vzdálenosti“. Nyní můžeme do chromatického diagramu zakreslit všechny dvojice barev, které jsou podle pozorovatele stejně „vzdálené“ či „blízké“. Člověk je daleko citlivější na malé změny v odstínech fialové a červené než na změny v odstínech zelené a žluté. Tento efekt ztěžuje potřebné výpočty při porovnávání shody dvou barev. Řešením jsou právě barvové prostory Lab a Luv.



Obr. 7.25: „vzdálenosti barev“ v chromatickém diagramu xyY (Hunt, 2004, s. 105)

Již v roce 1931 byly podniknuty pokusy o vytvoření tzv. UCS (uniform color scale) diagramu, kterým byl do jisté míry zdeformovaný a natočený chromatický diagram.

Roku 1960 byly z chromatických souřadnic x , y odvozeny nové souřadnice u , v a roku 1976 byl jejich výpočet upřesněn a byly označeny u' a v' . Dále byla definována nová souřadnice popisující jasovou složku barvy L^* odvozená od Y a upravené hodnoty u^* a v^* . L^* je podobná Munsellově hodnotě V v tom, že definuje světlost od černé do bílé v rovnoměrných stejně velkých krocích. Rozsah hodnot L^* je od 0 (černá) do 100 (bílá).

Barvový prostor definovaný CIE a používající souřadnice L^* , u' a v' , resp. u^* a v^* je označován jako $L^*u^*v^*$, často také CIELUV nebo pouze Luv. Jeho souřadnice jsou odvozeny ze souřadnic CIE XYZ a jsou definovány následujícími vztahy:

$$L^* = 116 \left(\frac{Y}{Y_n} \right)^{\frac{1}{3}} - 16$$

$$u^* = 13L^*(u' - u'_n)$$

$$v^* = 13L^*(v' - v'_n)$$

kde:

$$u' = \frac{4X}{X + 15Y + 3Z} \quad v' = \frac{9Y}{X + 15Y + 3Z}$$

$$u'_n = \frac{4X_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n} \quad v'_n = \frac{9Y_n}{X_n + 15Y_n + 3Z_n}$$

X_n, Y_n, Z_n jsou hodnoty základního tristimulu CIE XYZ pro ideální těleso dokonale odrážející nebo propouštějící rozptýlené světlo. $X_n = 96,422; Y_n = 100,00; Z_n = 82,521$.

Barvový prostor CIE Luv je oproti prostoru xyY perceptuálně uniformní a jeho použití je dnes značně rozšířené, a to zejména v průmyslu vyrábějícím zařízení vyzařující světlo, jakými jsou televizní obrazovky, počítačové monitory nebo řízené světelné zdroje.

Druhou cestou, která směřuje k perceptuálně uniformnímu prostoru, jsou souřadnice a^*, b^* , rovněž matematicky odvozené z primárních hodnot X, Y a Z tristimulu XYZ. Souřadnice a^* víceméně odpovídá běžné červeno-zelené škále barev a nabývá hodnoty od -128 (zelená) do 128 (červená). Souřadnice b^* odpovídá běžné žluto-modré škále a nabývá hodnot od -128 (modrá) do 128 (žlutá). Matematicky jsou souřadnice $L^*a^*b^*$ definovány takto:

$$L^* = 116 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right] - 16$$

$$a^* = 500 \left[f\left(\frac{X}{X_n}\right) - f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) \right]$$

$$b^* = 200 \left[f\left(\frac{Y}{Y_n}\right) - f\left(\frac{Z}{Z_n}\right) \right]$$

kde:

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = \left(\frac{X}{X_n}\right)^{\frac{1}{3}} \quad \text{pro } \frac{X}{X_n} > 0,00856,$$

$$f\left(\frac{X}{X_n}\right) = 7,7867\left(\frac{X}{X_n}\right) + \frac{16}{116} \quad \text{pro } \frac{X}{X_n} \leq 0,00856,$$

(analogicky pro Y a Z). X_n, Y_n, Z_n jsou hodnoty základního tristimulu CIE XYZ pro ideální těleso dokonale odrážející nebo propouštějící rozptýlené světlo. $X_n = 96,422; Y_n = 100,00; Z_n = 82,521$. Výsledný barvový prostor je $L^*a^*b^*$ a často je označován jako CIELAB nebo jednoduše Lab.

Diagram barev (spektrální locus) prostoru Lab je obtížnější znázornit, a proto se příliš často nepoužívá. Pro tyto účely se používá chromatický diagram xy a Luv diagram. Protože je Lab perceptuálně uniformní a chromatické souřadnice kopírují názorné škály červená-zelená a modrá-žlutá, je Lab populárním barvovým prostorem v mnoha odvětvích lidské činnosti zabývajících se barvami, mimo jiné i v grafickém průmyslu. Interní reprezentace barev ve známém profesionálním software na úpravu fotografií Adobe Photoshop je realizována také pomocí souřadnic Lab.

4.4.8 ΔE – difference barev

Nejpodstatnější vlastností perceptuálně uniformních barvových prostorů, jako jsou CIE Lab a Luv, je, že umožňují vypočítat hodnotu, které vyjadřuje, jak „blízko“ jsou navzájem dvě dané barvy. Tato hodnota se označuje ΔE a nazývá se difference nebo rozdíl barev. V praxi se používá zejména ΔE vypočtené v prostoru Lab.

Zde můžeme diferenci dvou barev spočítat velice jednoduše. Najdeme souřadnice zadaných barev a spočítáme vzdálenost těchto dvou bodů:

$$\Delta E_{ab}^* = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}$$

kde ΔL^* , Δa^* , Δb^* jsou rozdíly souřadnic L^* , a^* a b^* porovnávaných barev.

Vzhledem k tomu, jak jsou tyto barvové prostory definovány, bude vypočtené číslo odpovídat tomu, jak jsou barvy „podobné“. Hodnoty ΔE jsou využívány všude tam, kde je zapotřebí přesně vyjádřit barevnou toleranci nějakého zařízení. Otázkou zůstává, jaká hodnota ΔE odpovídá ještě stále přijatelné toleranci. Obecně platí, že difference barev $\Delta E = 1$ je minimální hodnota, kterou je lidské oko schopné rozlišit. Byly zpracovány statistické studie, které naznačují, že rozdíl barev $\Delta E = 6$ nebo 7 je ještě považován za přijatelný u běžných tištěných materiálů. Je nutno zdůraznit, že se jedná o pokus kvantifikovat vlastnost, která je ze své podstaty poměrně subjektivní. Posouzení barevné tolerance vždy závisí na konkrétním pozorovateli, na specifických pozorovacích podmínkách a dalších faktorech. Nicméně hodnota ΔE vždy zůstane pro toto posouzení dobrým referenčním základem.

7.5 Příklad dalšího vývoje specifikací CIE – vývoj definice difference barev

Vývoj kolorimetrie samozřejmě nekončí rokem 1976 a původní definicí difference barev ΔE vycházející z Pythagorovy věty. Jako příklad dalšího vývoje kolorimetrických definic můžeme uvést právě vývoj pojmu barevná difference.

7.5.1 ΔE_{Lab} a $\Delta L, \Delta C, \Delta H$

Již od roku 1976 průběžně vznikaly další definice související s diferencí barev. Kromě zmiňovaných hodnot $\Delta E, \Delta L^*, \Delta a^*, \Delta b^*$ byly v zápětí definovány hodnoty ΔC a ΔH . K tomu byla použita hodnota C^* nazývaná barevnost (sytnost barvy, v originále anglicky chroma). Je definovaná v barvovém prostoru Luv nebo Lab jako vzdálenost od osy L $C_{uv}^* = (u^{*2} + v^{*2})^{\frac{1}{2}}$ nebo $C_{ab}^* = (a^{*2} + b^{*2})^{\frac{1}{2}}$, a hodnota h nazývaná CIE 1976 úhel odstínu (odstín, v originále anglicky hue-angle), definovaná $h_{uv} = \arctg(v^*/u^*)$ nebo $h_{ab} = \arctg(b^*/a^*)$. Pak může být rozdíl barev ΔE zapsán pomocí dílčích hodnot odpovídajících složkám světlosti ΔL , barevnosti ΔC a úhlu odstínu ΔH . (Součet jejich druhých mocnin odpovídá druhé mocnině rozdílu barev.) ΔC je přímo rozdíl hodnot C porovnávaných barev a ΔH lze dopočítat.

Z dílčích hodnot $\Delta L, \Delta C$ a ΔH můžeme rovnou usuzovat na to, co daný rozdíl způsobuje. Např. při inkoustovém tisku může vyšší ΔL ukazovat na rozdíl v dávkování inkoustu, vyšší ΔC může být způsobeno různým nátěrem papíru, ΔH může ukazovat na použití odlišného inkoustu.

7.5.2 Vztah CMC (L : C) pro diferenci barev

V roce 1984 byl definován nový vztah pro rozdíl barev. Britská společnost CMC (Colour Measurement Committee of the Society of Dyes and Colourists of Great Britain) přijala nový vztah založený také na hodnotách L, C a h , resp. $\Delta L, \Delta C$ a ΔH . Rozdíl barev je definován následně

$$\Delta E_{CMC} = \left[(\Delta L^* / S_L)^2 + (\Delta C_{ab}^* / cS_C)^2 + (\Delta H_{ab}^* / S_H)^2 \right]^{\frac{1}{2}}, \text{ kde}$$

$$S_L = 0,040975L^* / (1 + 0,01765L^*), \text{ vyjma } L^* < 16, \text{ kdy je } S_L = 0,511$$

$$S_C = 0,0638C_{ab}^* / (1 + 0,0131C_{ab}^*) + 0,638$$

$$S_H = (fT + 1 - f)S_C$$

$$f = \left\{ (C_{ab}^*)^4 / \left[(C_{ab}^*)^4 + 1900 \right] \right\}^{\frac{1}{2}} \text{ a } T = 0,36 + |0,4 \cos(h_{ab} + 35)|,$$

$$\text{vyjma } h_{ab} \text{ mezi } 164^\circ \text{ a } 345^\circ, \text{ kdy je } T = 0,56 + |0,2 \cos(h_{ab} + 168)|.$$

Koeficienty l a c se volí tak, aby vyvážily rozdíly mezi hodnotami ΔL a ΔC , resp. relativně vzhledem k rozdílům v odstínu ΔH . Kvůli jednoznačnosti a srovnatelnosti výpočtů rozdílů barev se často volí oba koeficienty rovny jedné. Takové vzorce se pak označují jako CMC (1:1). Pro některé aplikace je však užitečné stanovit l a c vyšší než jedna. Uvedené vztahy se často používají také v textilním průmyslu se specifickým poměrem $l : c$ rovným 2 : 1.

7.5.3 Charakteristika dalších směrů vývoje kolorimetrických vztahů

Uvedení poslední skupiny matematických vztahů v předchozích odstavcích má za úkol nastínit a charakterizovat směr, kterým se současná kolorimetrie ubírá. Snaží se pomocí poloempirických vztahů a empirických koeficientů co nejpřesněji do detailů postihnout specifické vlastnosti lidského barevného vidění. Snaha o přesnost tohoto popisu má ale na druhé straně za důsledek naprostou nenázornost použitých matematických výrazů.

Poslední matematický vztah, se kterým má smysl seznamovat posluchače v úvodu do kolorimetrie, neboť je pochopitelný i pro laika, je dle mého soudu právě definice ΔE v prostoru Lab z předchozí kapitoly založená na Pythagorově větě

$$\Delta E_{ab}^* = \left[(\Delta L^*)^2 + (\Delta a^*)^2 + (\Delta b^*)^2 \right]^{\frac{1}{2}}.$$

Pro úplnost ještě doplním, že v roce 1994 vznikla další definice difference barev označovaná ΔE CIE94, tentokrát, jak je zřejmé z názvu, z dílny CIE. Je obdobná definici CMC z roku 1984, obsahuje však jiné váhové koeficienty pro kompenzaci různé citlivosti lidského oka při rozlišování rozdílů v odstínech, sytostech či jasech. Tato definice byla následně revidována v roce 2000 a vznikla definice difference barev CIE ΔE 2000, která nově není zapsána pomocí matematických vztahů, ale pomocí krokovaného algoritmu vedoucího k finálnímu výpočtu hledané barevné difference.

8 Výukové téma Barvy kolem nás – obsah

8.1 Výukový obsah témat s pojmem barva v analyzovaných vyučovacích předmětech

8.1.1 Fyzika

stávající učivo	optika, newtonovské vlastnosti světla, rozklad světla optickým hranolem, barva světla, princip funkce barevné obrazovky / LCD panelu;
časové zařazení do výuky	2. pololetí 7. ročníku základní školy, po probrání příslušných pasáží z tematického celku Optika;
rozšíření učiva výukovým tématem	<ul style="list-style-type: none">• barvy spektrální (jednoduché) a složené;• spektrum různých složených i jednoduchých barev, demonstrace spektrofotometrem;• závislost barvy předmětu na jeho povrchu (spektrální odrazivosti) a na barvě dopadajícího světla;• filtry jako příklad průhledných barevných předmětů.

Tab. 8.1: Fyzika – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření

8.1.2 Informatika a výpočetní technika

stávající učivo	učební plány jsou poměrně volné, závisí na škole a vyučujícím, jakou látku zařadí do výuky; úzce souvisejícími tématy jsou grafické editory (Windows Malování), volba a definice barvy v grafickém editoru, definice barev v HTML;
časové zařazení do výuky	závisí do značné míry na škole a vyučujícím, podle analyzované řady učebnic optimálně ke konci 7. ročníku základní školy, neboť v 7. ročníku se vyučuje téma grafické editory;

rozšíření učiva výukovým tématem	<ul style="list-style-type: none"> • RGB zápis barvy, grafická reprezentace barvového prostoru; • CMYK zápis barvy, princip plnobarevného tiskového procesu; • další zápis barvy – např. HSB či Munsellův barvový systém; • CMYK míchání inkoustů na papíře a v malířství; • nejednoznačnost RGB a CMYK, závislost na zařízení; • nutnost absolutních barvových prostorů, xyY a jeho grafická reprezentace, chromatický diagram; • chromatický diagram a barevné rozsahy; úvahy nad simulací reálného světa, která je vždy něčím limitovaná.
---	---

Tab. 8.2: Informatika a výpočetní technika – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření

8.1.3 Přírodopis

stávající učivo	lidské oko jako orgán zraku, tyčinky a tři druhy čípků;
časové zařazení do výuky	optimálně 2. pololetí 8. ročníku základní školy po probrání kapitoly lidský zrak, oko z tematického celku lidské smysly; tuto návaznost nereflektuji, protože výhodnější je respektovat návaznosti ve fyzice a informatice a výpočetní technice; při výuce tématu lidský zrak, oko lze zpětně téma barev připomenout a uvést do dalších souvislostí;
rozšíření učiva výukovým tématem	<ul style="list-style-type: none"> • učivo nerozšiřovat, pro potřeby projektu stačí informace o třech druzích barvocitlivých buněk – čípků; • volitelně lze zmínit barvoslepost (daltonismus) a její druhy, provést ilustrativně testy barvocitu.

Tab. 8.3: Přírodopis – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření

8.1.4 Výtvarná výchova

stávající učivo	míchání barev v malířství, počítačová grafika jako jeden z prostředků užitých při umělecké tvorbě pro zachycení jevů a procesů v proměnách a vztazích;
------------------------	--

časové zařazení do výuky	konkrétní zařazení do výuky není podstatné, pozn. – pasáže dotýkající se výtvarné výchovy (malba 4 barvami) řadit na závěr výukového tématu
rozšíření učiva výukovým tématem	<ul style="list-style-type: none"> • kvantifikace míchání malířských barev s využitím barvového prostoru CMYK; • samostatný úkol / práce – namalovat daný obraz pouze pomocí čtyř základních barev; • volitelně ucelené doplňující téma – základy čtyřbarevného tisku.

Tab. 8.4: Výtvarná výchova – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření

8.2 Scénář mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás

V následujícím uvádím kompletní výkladový text, resp. rukopis mezipředmětového výukového tématu barvy kolem nás. Protože tento text obsahuje mimo vlastní učební látku také podrobné vazby na doplňované obrázky či multimediální materiál a jejich specifikace, budu raději hovořit místo o rukopisu o scénáři multimediální výukové lekce.

Pro zápis scénáře jednotlivých kapitol použiji podobu přehledné tabulky, ve které jsou odděleně zaznamenány následující části scénáře kapitoly.

Motivační text je krátký odstavec na úvod kapitoly, jehož smyslem je vysvětlit žákům, o co se bude v daném tématu jednat, a vtáhnout je pokud možno nenásilným a zajímavým způsobem do řešené problematiky. Je následován výkladovým textem, což je ústřední část celé kapitoly, obsahující základní textovou náplň lekce.

V pravém sloupci tabulky je uveden rozšiřující obrazový materiál, multimediální video a audio objekty, webové odkazy, vložené textové poznámky a další obdobná rozšíření. Popis každého výskytu rozšiřujícího materiálu je uvozen označením jeho typu (obrázek, video, poznámka, ...) Na konci každé kapitoly je uveden seznam pomůcek a experimentů, které je vhodné použít v průběhu prezentace dané kapitoly.

8.2.1 Barva světla a rozklad světla hranolem

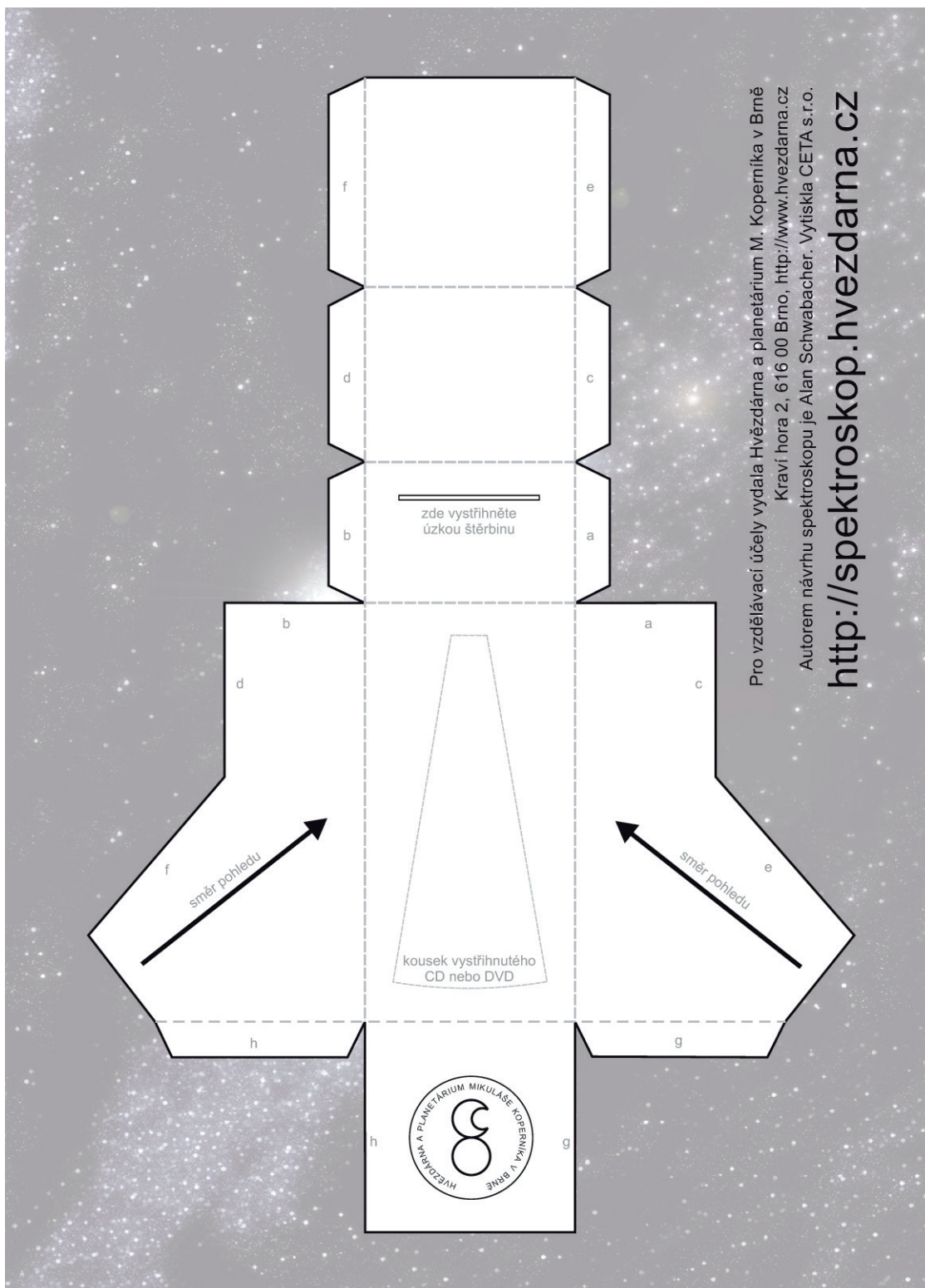
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">motivace</p>	<p>Při divadelních vystoupeních a různých estrádních akcích je možno si všimnout, že jeviště je osvětlováno svítidly, která vydávají světlo různé barvy. Můžeme spočítat, kolik různých barev na světě existuje, kolik jich zaznamená lidské oko? Kde se vlastně berou různé barvy, když obyčejné světlo je bílé? A co je to duha?</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">výklad – text a rozšiřující materiál</p>	<p>Anglický matematik a fyzik Isaac Newton (1643–1727) pozoroval v 17. století, jak z bílého slunečního světla vznikají po průchodu skleněným hranolem světla různých barev podobná duze na obloze. Ten jev podrobně zkoumal a popsal. Původně bílé světlo se rozloží do barevného pásu, ve kterém je zastoupeno velké množství barev.</p>	<p><i>obrázek</i> Isaac Newton 1643–1727 <i>obrázek</i> barevné spektrum <i>webový odkaz</i> Isaac Newton cs.wikipedia.org/wiki/Newton <i>webový odkaz</i> Po Isaacu Newtonovi je pojmenována fyzikální jednotka síly 1 Newton. http://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac Newton <i>mezipředmětový odkaz</i> definice síly, NF Fyzika 7, str. 36 <i>textová poznámka</i> Výslovnost: Isaac Newton [Ajsek Njůtn] <i>textová poznámka</i> Ještě před Isaacem Newtonem zkoumá stejnou problematiku v Čechách Jan Marek Marci.</p>

Vznik barevného spektra	
<p>Bílé světlo je složené z jednoduchých, tzv. spektrálních barev. Ty však není lidské oko schopno v bílém světle přímo rozeznat. K rozložení bílého světla na jednoduché spektrální barvy můžeme využít například lomu světla. Když na skleněný hranol dopadne úzký paprsek bílého světla, dojde na obou rozhraních vzduchu a skla k lomu světla. Úhel lomu závisí na rychlosti světla ve skle a světla různých barev se ve skle šíří různou rychlostí. Nejvíce se lomí světlo fialové, nejméně světlo červené.</p>	<p><i>obrázek</i> Rozklad bílého světla lomem při průchodu skleněným hranolem</p> <p><i>obrázek</i> Složení barevných světél pomocí spojné čočky. Vzniká zase bílé světlo.</p> <p><i>obrázek</i> Při průchodu světla broušeným drahokamem dochází také k lomu a rozkladu světla.</p> <p><i>obrázek</i> Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem.</p>
<p>Po průchodu svazku bílého světla hranolem ho necháme dopadat na stínítko a na něm vznikne pruh mnoha barev – spektrum, které přecházejí jedna v druhou. Newton pojmenoval sedm základních barev – fialová, indigová (modrofialová), modrá, zelená, žlutá, oranžová, červená. Je třeba si uvědomit, že mezi těmito sedmi barvami je nekonečně mnoho dalších barevných odstínů. Pokud barvy spektra složíme spojnou čočkou, dostaneme opět bílé světlo.</p>	
Duha	
<p>V přírodě se bílé sluneční světlo může rozkládat na jednoduché barvy při průchodu kapkami vody. Opět se jedná o rozklad světla lomem. V takovém případě vzniká jeden z nejhezčích a nejvýraznějších atmosférických optických jevů – duha.</p>	<p><i>obrázek</i> duha na obloze, několik variant/ukázek</p>

	<p>Duhu můžeme pozorovat, pokud svítí slunce a zároveň prší. Střed oblouku duhy leží přímo proti Slunci. Je-li Slunce nízko na obloze, zasahuje proto oblouk duhy výše.</p> <p>Nejvýraznější hlavní duha má vnitřní okraj fialový a vnější červený. Kromě hlavní duhy můžeme někdy pozorovat i duhu vedlejší, vzniklou dvojnásobným odrazem v kapce vody. Ta je méně zřetelná, nachází se vně duhy hlavní a má obrácené pořadí barev.</p>	<p><i>obrázek</i> schéma, nákres vzniku duhy</p> <p><i>obrázek</i> lom a odraz světla ve vodní kapce</p>
	<p>Duhu můžeme vidět nejen při dešti, ale také jindy, pokud jsou ve vzduchu rozptýleny kapky vody, např. ve vodní třešti nad vodopádem, peřejemi nebo i při zalévání zahradní hadicí.</p>	<p><i>obrázek</i> duha nad vodním tokem, vodopádem, při zalévání zahradní hadicí – alespoň tři varianty/ukázky</p>
<p>Jednoduché a složené barvy, spektrofotometr</p>		
	<p>V přírodě existuje daleko více barev, než jen jednoduché, které můžeme pozorovat v barevném spektru. Nenajdeme v něm například hnědou, šedou, růžovou, khaki (zelenohnědou) barvu a spoustu dalších. Tyto barvy nazýváme složené a vznikají stejně jako bílé světlo skládáním jednoduchých barev. Pouze je skládáme v různých poměrech nebo neskládáme všechny existující barvy.</p>	<p><i>obrázek</i> grafy ze spektrofotometru, více různých barev včetně bílého papíru a černé barvy</p> <p><i>textová poznámka</i> Všimněte si, že bílý papír neodráží všechny jednoduché barvy spektra stejně. Více odráží modré barvy, méně žluté. Dokázali byste vysvětlit</p>

	<p>Ke zjištění, z jakých jednoduchých barev jsou barvy složené, používáme přístroje spektrofotometry. Na následujících obrázcích se můžete podívat, jak některé složené barvy vznikají.</p>	<p>proč tomu tak je a případně, čím je to způsobené? <i>textová poznámka</i> Všimněte si, že i černý papír odráží část světla zpět. Odráží je sice v malém množství, ale přece. Ve fyzice se často používá pojem „absolutně černé těleso“. To je těleso, které neodráží vůbec žádné dopadající světlo. Takové těleso je ale jen fyzikálním zjednodušením, ve skutečnosti neexistuje. <i>obrázek</i> spektrofotometr, několik typů <i>webový odkaz</i> výrobce spektrofotometrů http://www.xrite.cz</p>
	<p>Sestrojte si jednoduchý spektroskop – návod zde:</p>	<p><i>dokument</i> PDF s návodem na výrobu spektroskopu ze „střípku“ CD <i>dokument</i> rozdíl mezi spektrofotometrem a spektroskopem</p>
<p>experimenty</p>	<p><i>experiment frontální rozklad světla</i> <i>pomůcky</i> optická lavice, hranol, zdroj světla – komplet sada; <i>experiment žákovský pozorování spektra</i> <i>pomůcky</i> spektroskop ze „střípku“ CD dle návodu viz následující strana, alespoň 5–6 exemplářů; možné zdroje světla – výbojka, žárovka(!), laserové ukazovátko – červený nebo zelený monochromatický zdroj světla)</p>	

Tab. 8.5: Barva světla a rozklad světla hranolem – scénář kapitoly



Obr. 8.1: návod na stavbu jednoduchého spektroskopu (1:1),
 (Stříhněte si spektroskop, 2007)

8.2.2 Barva předmětů, co je to barva?

motivace	Na jevišti vystupují artisté v červených kostýmech. Najednou je osvětlí ostře zelené světlo a kostýmy zčernají. Jakou barvu má jejich oblečení – červenou nebo černou? A jak vidí jejich oblečení barvoslepý člověk, který nedokáže červenou od zelené rozlišit?	
výklad – text a rozšiřující materiál	Barevné světlo	
	<p>Neprůhledné předměty světlo odrážejí, průhledné předměty světlo propouštějí, to již víme. I průhledné předměty mohou ale některé barvy pohlcovat. Proč se nám jeví červené sklíčko jako červené? Z dopadajícího bílého světla pohltí zelené barvy a propustí jen ty ostatní, které dohromady dávají načervenalý tón barvy. Průhledným předmětům, které pohlcují některé barvy procházejícího světla, a tím mění jeho barvu, říkáme barevné filtry. Používají se třeba v divadelních svítidlech, abychom získali zdroj barevného světla.</p> <p>Existují také speciální světelné zdroje, které vyzařují světlo pouze jedné spektrální barvy. Jsou to např. sodíkové výbojky, reklamní „neonové“ trubice nebo lasery.</p>	<p><i>obrázek</i> divadelní svítidlo s měničem filtrů, <i>obrázek</i> barevné filtry – různé druhy</p> <p><i>obrázek</i> specifický světelný zdroj a jeho spektrum – minimálně 2krát – laser + spektrum, reklamní neonová trubice + spektrum, sodíková výbojka + spektrum, <i>textová poznámka</i> Výslovnost: lasery [lejzry]</p>
	Srovnajte spektrum bílého světla, světla odraženého od žlutého papíru a světla sodíkové výbojky.	<i>obrázek skrytý</i> 3 × spektrum bílého světla, spektrum běžného žlutého světla, spektrum sodíkové výbojky

Barva při osvětlení barevným světlem	
<p>V běžném životě jsme zvyklí, že předměty jsou osvětlené bílým slunečním světlem nebo světlem žárovek či zářivek, jejichž barva se od bílé příliš neliší. Barva předmětů závisí na jejich schopnosti pohlcovat některé barvy a jiné barvy odrážet. Když se podíváme na graf znázorňující, jaké spektrální barvy obsahuje nějaká složená červená barva, zjistíme, že to mohou být téměř všechny barvy spektra s výjimkou zelených odstínů.</p>	<p><i>obrázek</i> herci na jevišti v zeleném světle, lidé osvětlení zeleným světlem <i>obrázek</i> spektrum odražené červené barvy <i>obrázek</i> spektrum zeleného světla <i>obrázek</i> nákresy dopadajícího a odraženého světla: bílé světlo + bílý povrch, bílé světlo + černý povrch, bílé světlo + červený povrch, zelené světlo + červený povrch, vše pouze schematicky</p>
<p>Pokud bude povrch předmětu pohlcovat žlutozelené, zelené a modro-zelené barvy a ostatní bude odrážet, bude se nám jevit jako červený. Ale pouze při osvětlení bílým světlem! Co se stane, když stejný povrch osvítíme zeleným světlem? Řekli jsme, že zelené barvy se pohltní. Jiné barvy v dopadajícím světle nejsou, od povrchu předmětu se nic neodrazí a předmět se nám jeví tmavý, černý.</p>	
<p>Zkuste přijít na to, jaké barvy musí pohlcovat povrch předmětu, který se nám v bílém světle jeví modrý. Jakým světlem ho musím osvítit, aby vypadal černý? Nakreslete pro tento případ podobné obrázky, jako jsou výše pro červený předmět nasvícený postupně bílým a zeleným světlem. Řešení je skryté pod tlačítky vpravo.</p>	<p><i>obrázek skrytý</i> bílé světlo + modrý povrch, žluté světlo + modrý povrch</p>

	Vnímání barev, barvoslepost	
	V úvodu jsme se zmínili o barvoslepém člověku. Je těžké se vžít do jeho role, ale víme, že červenou a zelenou nerozliší. Nemůžeme chtít, aby je takto pojmenoval. Vidíme, že s barvou předmětů je to složité. Abychom předmět viděli červený, musí mít povrch určitých vlastností (pohlcuje zelené barvy), musí na něj dopadat správné světlo (nejlépe bílé, ale určitě ne zelené) a ještě k tomu musíme mít zdravé oči, které barvy vidí.	<i>obrázek</i> testy na barvocit, Barvoslepost, v lehčím případě porucha barvocitu, se dá zjistit pomocí čtení jednoduchých testovacích obrazců. <i>webový odkaz</i> stránky s testy pro zkoušku barvocitu a ověřování optických vad lidského oka http://www.zeleny-zakal.cz/test-zraku
	Jak to taky může dopadnout, když má člověk špatné brýle...	<i>video</i> motivační záběry z pozorování barevných papírů barevnými brýlemi
	Barva je vjem, který závisí na předmětu, na osvětlení a na vlastnostech pozorovatele.	
<i>experimenty</i>	<i>experiment žákovský</i> pozorování barev různobarevnými filtry <i>pomůcky</i> barevné filtry pro aditivní a subtraktivní míchání světla; barevné brýle a barevné samolepky použité v motivačním videu s barevnými brýlemi; <i>experiment žákovský</i> testování barvocitu <i>pomůcky</i> předlohy pro zkoumání barvocitu; <i>experiment žákovský</i> pozorování barev při různobarevném osvětlení <i>pomůcky</i> různé barevné papíry + různé barevné zdroje světla.	

Tab. 8.6: Barva předmětů, co je to barva? – scénář kapitoly

8.2.3 RGB znamená red – green – blue; zápis barvy v počítačové aplikaci

<i>motivace</i>	V aplikaci Windows Malování si chceme zvolit svoji pěknou barvu. Jak na to? Každý jistě snadno najde v menu aplikace volbu Barvy -> Upravit barvy... -> Definovat vlastní barvy. Každý jistě také zvládne umístit křížek někam do zobrazené barevné palety, ale co s těmi šesti číselnými políčky vpravo dole? Jaká čísla tam mohou napsat a jak vůbec souvisejí barvy s čísly?
-----------------	---

výklad – text a rozšiřující materiál	<p>Podíváme se na hodnoty Červená – Zelená – Modrá (k hodnotám Odstín – Sytost – Světelnost se vrátíme později). Raději budeme dále pracovat s mezinárodním označením RGB (Red – Green – Blue). Zkusme v aplikaci Windows Malování vybírat vlastní barvu a přitom posouvat záměrným křížkem v barevném čtverci a táhlem v barevném sloupci úplně vpravo. (screenshoty Malování, několik barev) Vidíme, že se číselné hodnoty mění.</p>	<p><i>obrázek</i> screenshot aplikace Malování – celá pracovní plocha a dialogové okno výběru barev <i>obrázek</i> screenshoty dialogového okna výběru barev aplikace Malování, několik různých míchaných barev, <i>textová poznámka</i> Výslovnost: red [red] – green [grýn] – blue [blů]</p>
	<p>Tři nuly odpovídají černé, třikrát 255 odpovídá bílé. Každou barvu můžeme popsat trojicí čísel z rozmezí 0 až 255. První číslo v trojici udává, kolik je v barvě základní červené, druhé číslo udává, kolik je v barvě základní zelené, třetí číslo udává totéž pro modrou. Urči, jaká barva se skrývá pod trojicí 128 255 0 nebo pod trojicí 180 70 100. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapiš ji pomocí čísel RGB. Odpovědi na otázky:</p>	<p><i>obrázek</i> skrytý dialogové okno aplikace Malování – grafické řešení zadaných otázek</p>
	<p>Proč ale používáme k číselnému zápisu barev zrovna trojici červená – modrá – zelená? Souvisí to s vlastnostmi lidského oka. V biologii se budete učit, že lidské oko obsahuje dva základní typy buněk citlivých na světlo – tyčinky a čípky. Barvy vnímáme pomocí čípků a těch jsou tři druhy citlivé po řadě právě na červené, zelené a modré světlo. Nejjednodušší způsob, jak nasimulovat v oku barevný vjem třeba při sledování televize, je smíchat konkrétní barvu z červené, zelené a modré. Každou ze tří barevných složek budeme vnímat jedním z druhů čípků.</p>	<p><i>obrázek</i> lidské oko, výklad z učebnice přírodopisu, <i>mezipředmětový odkaz</i> stránka učebnice přírodopisu s výkladem o lidském oku a zraku, NF Přírodopis 8, str. 102 <i>obrázek</i> Citlivost světlocitlivých buněk tyčinek (rods) a čípků (cons) na různé barvy světla. <i>obrázek</i> vzhled světlocitlivých buněk v lidském oku <i>webový odkaz</i> zdroj obrázků http://www.oneminuteastronomer.com/astro-course-day-5/ <i>textová poznámka</i> Výslovnost: rods [rods], cons [kons]</p>

Televizní obrazovka, barevný monitor	
<p>Když se podíváš lupou na televizní obrazovku, uvidíš, že celá její plocha je složena z maličkých barevných plošek, které svítí střídavě červeně, zeleně a modře.</p> <p>V místech s červeným obrazem září pouze červené plošky a také v místech, kde je zelená nebo modrá plocha vidíte pouze odpovídající plošky. Ve žlutých místech pozorujete svítící plošky červené a zelené, v oranžových svítí červené více a zelené méně.</p>	<p><i>obrázek</i> detail barevné televizní obrazovky – schematický nákres, <i>obrázek</i> fotografie detailu barevné televizní obrazovky, <i>video</i> záběr – „zoom“ – na barevnou TV obrazovku s detailem na luminofory</p>
<p>Právě hodnoty RGB uvádějí, jak moc svítí jednotlivé barevné plošky. Když chceš zobrazit výše zmíněnou zářivě žlutozelenou barvu 130 255 0, musíš červené plošky rozsvítit na polovinu maximálního jasu ($128 = \frac{1}{2} \times 255$), zelené plošky naplno (255) a modré zůstanou zhasnuté (0). Když se podíváš na monitor počítače v místě barevné palety aplikace Windows Malování, uvidíš tytéž plošky tří barev jako na televizní obrazovce a můžeš sledovat jejich jas v závislosti na zobrazené barvě.</p>	
<p>Pomocí barev RGB nemusíme míchat barvy jen na televizní obrazovce či počítačovém monitoru. Když vezmeme tři světla s červeným, zeleným a modrým světlem, docílíme stejného výsledku.</p>	<p><i>obrázek</i> aditivní míchání barev, <i>video</i> aditivní míchání barevných světél – záznam pokusu, <i>video</i> simulace téhož v grafickém programu, <i>video</i> RGB míchání barev v plnobarevném obrázku</p>

	RGB zařízení	
	I další zařízení, která pracují s barvami, popisují barvy pomocí RGB. Světlocitlivé čipy skenerů, digitálních fotoaparátů nebo videokamer jsou citlivé na červenou, zelenou a modrou stejně jako lidské oko. Ve všech případech, kdy mícháme barevná světla, můžeme použít zápis barvy v RGB.	<i>obrázek</i> fotografie RGB zařízení různých typů – kompaktní fotoaparát, digitální zrcadlovka, studiový fotoaparát, webkamera, amatérská videokamera, profesionální kamera, ploché skenery
	Důležitá poznámka – Pokud budeme míchat barevné inkousty nebo tempéry či práškové barvy a nanášet je na papír, bude vše trochu jinak. Brzy se dozvíte jak...	
<i>experimenty</i>	<i>experiment žákovský</i> ověřování RGB míchání barev na PC <i>pomůcky</i> žákovské notebooky / netbooky s nainstalovanou aplikací Windows malování; <i>experiment žákovský</i> pozorování luminoforů na barevném LCD monitoru <i>pomůcky</i> barevný monitor, lupa pro pozorování luminoforů	

Tab. 8.7: RGB znamená red – green – blue; zápis barvy v počítačové aplikaci – scénář kapitoly

8.2.4 Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci

<i>motivace</i>	Máte doma inkoustovou tiskárnu k počítači a nakupovali jste do ní někdy barevné inkousty? Pokud jste všímaví, určitě si vybavíte, jaké barvy jsou na krabičce znázorněné. Jsou to barvy jednotlivých náplní a rozhodně to nejsou červená, zelená a modrá. Proč asi?
-----------------	---

<p>výklad – text a rozšiřující materiál</p>	<p>Vypnutý monitor nebo obrazovka TV jsou černé. Když na nich chci něco zobrazit, musím rozsvítit v různém poměru červené, zelené a modré barevné plošky. Pokud budou svítit plošky všech tří barev naplno, uvidím bílou barvu.</p> <p><i>obousměrná šipka ekvivalence</i></p> <p>Prázdný papír je bílý, nesvítí, pouze se od něj odráží dopadající bílé světlo. Když chci něco vytisknout, nanáším na něj barevné inkousty – azurový, purpurový a žlutý. Pokud smíchám všechny tři inkousty dohromady, bude papír černý.</p>	<p><i>obrázek</i> barevné tonery a inkousty – balení, ze kterého je vidět odstíny CMYK, inkoustová tiskárna, detail na inkoustové cartridge v tiskárně, práškové tonery v produkčním stroji – v případě, že se obrázky všechny nevejdou, je možné některé z nich umístit jako <i>skryté obrázky obrázek skrytý</i> – aditivní míchání barev (připomenutí z minula) <i>obrázek</i> subtraktivní míchání barev <i>video</i> simulace subtraktivního míchání barev v grafickém programu <i>video</i> míchání CMYK barev v plnobarevném obrázku</p>
	<p>Na obrázku vpravo vidíte míchání barev postupným odebráním červené, zelené a modré z bílého světla pomocí azurového, purpurového a žlutého inkoustu (CMY).</p> <p>Žlutý inkoust pohlcuje z dopadajícího světla modrou a odráží ostatní, proto se jeví žlutý. Stejně tak azurový inkoust pohlcuje z dopadajícího světla červenou a purpurový inkoust pohlcuje z dopadajícího světla zelenou. Opět mícháme červené, zelené a modré světlo, ale tentokrát je pomocí azurového, purpurového a žlutého inkoustu z dopadajícího bílého světla odebíráme.</p>	<p><i>obrázek</i> spektrální křivky pro azurovou, purpurovou a žlutou barvu – záznam měření spektrofotometru <i>obrázek</i> ofsetový tiskový stroj – celek a detail na barevníky <i>video</i> ofsetový tiskový stroj v provozu <i>textová poznámka</i> Výslovnost: cyan [sajen] – magenta [madženta] – yellow [jelou] – black [blek]</p>

	<p>Pro označení barev Azurová – Purpurová – Žlutá použijeme opět mezinárodní označení CMY (Cyan – Magenta – Yellow). Častěji než s CMY se setkáte s označením CMYK. Při tisku se totiž kromě tří barev CMY používá ještě čtvrtá barva – černá pro tisk obyčejného textu (blacK nebo Key). Ta nás teď ale zajímat nebude.</p>	
	<p>Pro hodnoty CMY se běžně nepoužívají čísla od 0 do 255, ale procenta od 0 % do 100 %, která udávají, jak sytý je daný inkoust. Např. barva CMY 0-50-100 znamená 50% pokrytí purpurovou a 100% pokrytí žlutou. Kdo aspoň jednou maloval vodovkami, snadno odhadne, že výsledkem bude oranžová. Podobným způsobem jako u barev RGB odhadni, jaká barva se skrývá pod trojicí čísel CMY 100-80-0 nebo pod trojicí 50-10-90. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapiš ji pomocí čísel CMY.</p>	<p><i>obrázek</i> vzorník procesních CMYK barev, <i>obrázek skrytý</i> – řešení trojice úkolů</p>
	<p>Známe již zápis barvy pomocí RGB a CMY. V aplikaci Windows Malování jsme objevili také hodnoty Odstín – Sytost – Jas (mezinárodně Hue – Saturation – Brightness = HSB). Sami si můžete ve Windows Malování vyzkoušet, jaké je rozmezí hodnot pro jednotlivá čísla a jak které z nich ovlivňuje výslednou barvu. Seznámili jsme se se zápisem barev RGB, CMY a HSB. Všechny barvy, které můžeme pomocí uvedených hodnot zapsat, můžeme také znázornit graficky. Podívejte se na následující obrázky.</p>	<p><i>obrázek</i> screenshoty dialogového okna aplikace Malování, výběr barev pomocí hodnot HSB, <i>textová poznámka</i> Výslovnost: hue [hju] – saturation [saturejšn] – brightness [brajtnes]</p>

Tab. 8.8: Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci – scénář kapitoly

8.2.5 Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci

<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">motivace</p>	<p>Vyfotili jsme si digitálním fotoaparátem pěknou přírodní scenérii se zelenou travou a s modrou oblohou. Na displeji fotoaparátu vypadá záběr barevně moc hezky. Snímek jsme stáhli do levného starého notebooku, který s sebou občas taháme na výlety, a barvy jsou pryč, zelená je do hněda, obloha také nic moc. Po zobrazení snímku na kvalitním monitoru domácího počítače jsou našťěstí barvy opět v pořádku. Soubor se snímkem nebyl po celou dobu nijak upravovaný, čísla RGB zůstala stále stejná a barvy byly pokaždé jiné. Jak je to možné?</p>	
<p style="writing-mode: vertical-rl; transform: rotate(180deg);">výklad – text a rozšiřující materiál</p>	<p>Je třeba si uvědomit, že různá zařízení mohou zobrazovat barvy v různé kvalitě. Na displej obyčejného notebooku jsou dva základní požadavky – aby byl co nejlevnější a aby vůbec nějaké barvy zobrazoval. Profesionální monitor výtvarníka nebo fotografa je vyrobený lepší technologií, tři základní barvy červená, zelená a modrá jsou jasné a zářivé. Proto jsou i barvy, které vzniknou jejich smícháním, velice dobře zobrazené. U takového monitoru je kvalitní zobrazování barev základním předpokladem.</p>	<p><i>obrázek</i> různá zařízení – profesionální fotoaparát, levný notebook, profesionální monitor, <i>obrázek</i> fotografie simulující zobrazení reality těmito zařízeními – fotoaparát – kvalitní barevnost, notebook – velice špatné barvy, profesionální monitor – kvalitní barvy</p>
	<p>Je zřejmé, že ani tři přesná čísla RGB nám nedávají o výsledné barvě jednoznačnou představu, závisí na tom, na jakém monitoru se zobrazí. Říkáme, že RGB je závislé na zařízení. Podobné je to i s barvami CMY. Výsledný odstín bude záviset na kvalitě jednotlivých inkoustů, azurového, purpurového a žlutého. Barvy v reprezentativním časopise na kvalitním papíře budou jistě vypadat jinak, než barvy v obyčejných novinách na zašedlém recyklovaném papíře.</p>	<p><i>obrázek</i> fotografie různě kvalitních tiskovin – luxusní časopis, obyčejné noviny, barevná obrázková kniha, černobílé noviny s hrubým tiskovým rastrem apod.</p>

	<p>Tento problém nedával spát vědcům, kteří se popisem barev zabývají. Definovali různé zápisy barev, které sice nejsou tak názorné, jako naše RGB nebo CMY, ale mají tu výhodu, že nezávisejí na konkrétním způsobu zobrazení.</p>	
	<p>Jedním z nich je zápis xyY, kde hodnoty x a y společně udávají barevný odstín a sytost dané barvy a Y popisuje její jas. Je těžké si představit pod trojicí čísel x, y a Y konkrétní barvu.</p> <p>Často se ale používá zobrazení hodnot x a y, které se nazývá chromatický diagram (chroma = řecky barva).</p> <p>Tento diagram je zajímavý tím, že v něm můžeme znázornit všechny barvy, které dokáže vnímat lidské oko. Ať to jsou barvy displeje laciného notebooku, barvy profesionálního monitoru, barvy novinového tisku, barvy nejkvalitnějších tiskovin, čisté spektrální barvy duhy a spousta dalších.</p> <p>Podívejte se na obrázek chromatického diagramu a uvidíte, že ani nejkvalitnější monitory zdaleka nezobrazí všechny viditelné barvy, natož abychom mohli vytisknout skutečné barvy duhy.</p>	<p><i>obrázek</i> chromatický diagram – několik variant – samotný diagram, diagram s vyznačeným RGB gamutem, diagram s vyznačenými více gamuty různých RGB a CMYK zařízení</p>
	<p>Při zkoumání přiloženého diagramu ale nezapomeňte na to, že i tento obrázek byl vytištěný na papír případně zobrazený na monitoru počítače nebo promítnutý dataprojektorem, a proto jsou barvy zkreslené a vždy zkreslené budou.</p>	

	Na následujících obrázcích vidíte různé světelné zdroje a různá zařízení, která pracují s barvami. Zkuste o nich něco říct a ukázat, která část chromatického diagramu s nimi souvisí...	<i>obrázek</i> více fotografií různých zařízení z předchozích částí tématu – fotoaparáty, skenery, monitory, barevné inkoustové cartridge, světelné zdroje – laser, výbojka, denní světlo, duha, tiskoviny, videokamery, rozklad světla hranolem a na CD atd.
experimenty	<i>experiment frontální i žákovský</i> porovnání kvality barev různých druhů zobrazovacích zařízení <i>pomůcky</i> více druhů monitorů – starý CRT, kvalitní LCD (PVA, IPS) apod., obyčejné LCD netbooku, dataprojektor – pro demonstraci závislosti barvového prostoru RGB na zařízení	

Tab. 8.9: Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci – scénář kapitoly

8.2.6 Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

motivace	Tuto větu patrně většina z Vás v nějaké podobě už slyšela. Je to taková základní malířská poučka a při malování vodovkami jste si mnohokrát vyzkoušeli, že funguje. Není to trochu divné? Modrou barvu mám v RGB, žlutou barvu mám mezi barvami CMY, jak smíchám modré světlo a žlutý inkoust?
----------	--

výklad – text a rozšiřující materiál	<p>V tomto případě jde pouze o nepřesné nebo ještě lépe nejednoznačné názvosloví. Pojem modrá barva se v běžném životě používá pro mnoho odstínů od modrofialové až po zelenomodrou.</p> <p>I v malířství máme modrých barev spoustu. Namátkou vybíráme z jednoho katalogu olejových barev pro malíře – pruská modř, orientální modř tmavá, francouzský ultramarín tmavý, francouzský ultramarín světlý, kobaltová modř sytá, kobaltová modř pravá, základní phthalocyaninová modrá, královská modrá, blankytně modrá sytá, blankytně modrá pravá, zářivě modrá, tyrkysová modrá.</p>	<p><i>obrázek</i> ukázka části katalogu malířských olejových barev, <i>obrázek</i> vodovky – upravený zvýrazněním základních CMYK barev <i>obrázek</i> tempery základních barev</p>
	<p>Modrou z nadpisu kapitoly rozumí malíř odstín modré, který my označujeme jako azurovou. Pak je vše jasné a v pořádku. Z obrázku míchání barev CMY je zřejmé, že smícháním azurového a žlutého inkoustu opravdu vznikne zelená barva. Když malíři nebo tiskaři hovoří o základních barvách modré, červené a žluté, mají na mysli barvy, které my označujeme názvy azurová, purpurová a žlutá.</p>	
	<p>Zkuste pomocí těchto tří základních barev a jejich míchání namalovat nějaký pěkný obrázek. Povolíme Vám ještě čtvrtou barvu – černou. Podaří se Vám to?</p>	<p><i>obrázek</i> pokus o malbu čtyřmi základními barvami – tempery</p>
experiment	<p><i>experiment žákovský</i> malba čtyřmi základními barvami, samostatná práce <i>pomůcky</i> kreslicí čtvrtky, tempery 4 základních barev – zhruba CMYK – azurová = kobalt imitace, purpurová = alizarin, žlutá = žluť citrónová, černá kostní, běžné potřeby na malování</p>	

Tab. 8.10: Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

8.3 Volba typů softwarových aplikací pro zpracování lekce

Na základě výzkumu využití různých typů softwarových aplikací při výuce s pomocí interaktivní dotykové tabule jsem zjistil, že nejčastěji používanými typy aplikací jsou aplikace dodávané výrobcem (SmartNotebook, ActiveStudio apod.), prezentační aplikace (typu PowerPoint), prohlížeče různých typů dokumentů (Word, Excel, PDF apod.) a prohlížeče pro přístup k internetovým webovým stránkám (Microsoft Internet Explorer, Firefox apod.). Další aplikace jsou také využívány, ale již znatelně méně než aplikace zmíněné v předchozím textu. Jedná se o přehrávače médií, typicky videa a audia, a speciální aplikace určené pro výuku prostřednictvím interaktivních dotykových tabulí, jejichž typickým zástupcem na českém trhu jsou interaktivní i-učebnice Nakladatelství Fraus.

Z výše uvedených typů aplikací jsem si pro přípravu multimediální výukové lekce Barvy kolem nás vybral následující. Lekce bude primárně připravena ve formátu interaktivní i-učebnice, který vyvinulo Nakladatelství Fraus. Tento formát je na školách poměrně rozšířen, i když není absolutně nejpoužívanější. Umožňuje však efektivně využívat většinu základních vlastností interaktivní dotykové tabule a demonstrovat tím její výhody. Dále bude lekce zpracována v podobě série snímků aplikace PowerPoint, neboť z výsledků výzkumu vyplývá, že powerpointové prezentace jsou jedním z prakticky nejužívanějších typů aplikací. Velmi často užívaným formátem jsou i standardní dokumenty a přehrávače médií, a proto bude lekce transformována i do podoby klasických statických dokumentů PDF doplněných o multimediální balíček v podobě jednotlivých obrazových a video souborů zatříděných podle stránek lekce a způsobů užití v lekci do struktury složek.

Mimo již zmíněné typy aplikací, ve kterých bude multimediální lekce Barvy kolem nás zpracována, jsou na školách často užívány specifické aplikace dodávané výrobcem tabule spolu s vlastním hardwarem (SmartNotebook, ActiveStudio apod.). Na této platformě nebudu výukovou lekci zpracovávat, protože každý typ tabule používá jako doplněk jinou aplikaci a lekce by musela být připravena pro každý typ výrobce tabulí zvlášť a unikátně. Mým cílem je naopak vytvořit univerzálně použitelný výukový materiál. Velice často jsou na školách používány internetové prohlížeče. Vzhledem k tomu, že připravovaná lekce obsahuje poměrně velké množství obrazového a video materiálu, je také datově obsáhlá. Nepovažuji proto za vhodné transformovat lekci do online podoby přístupné po internetu.

Shrnu-li předchozí, mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás bude zpracováno do podoby multimediální výukové lekce ve formátu i-učebnice, powerpointové prezentace a sady PDF dokumentů doplněných příslušnými multimédii.

8.4 Konkrétní zpracování výukového tématu Barvy kolem nás

Na dalších stranách této práce uvádím statický záznam jednotlivých provedení připravované multimediální lekce. Vlastní podoba včetně videa, připojených obrázků, komentářů, odkazů a dalších elementů je v příloze práce na DVD.

8.4.1 Zpracování ve formě interaktivní i-učebnice v aplikaci FlexiBook Composer Nakladatelství Fraus

Následují snímky zpracované interaktivní i-učebnice ve formátu Nakladatelství Fraus.

Barva světla a rozklad světla hranolem

Při divadelních vystoupeních a různých estrádních akcích je možno si všimnout, že jeviště je osvětlováno svítidly, která vydávají světlo různé barvy. Můžeme spočítat, kolik různých barev na světě existuje, kolik jich zaznamená lidské oko? Kde se vlastně berou různé barvy, když obyčejné světlo je bílé? A co je to duha?

Anglický matematik a fyzik **Isaac Newton** (1643–1727) pozoroval v 17. století, jak z bílého slunečního světla vznikají po průchodu skleněným hranolem světla různých barev podobná duze na obloze. Ten jev podrobně zkoumal a popsal. Původně bílé světlo se rozloží do barevného pásu, ve kterém je zastoupeno velké množství barev.



Isaac Newton

Vznik barevného spektra

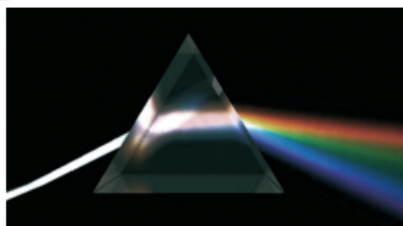


Bílé světlo je složeno z **jednoduchých**, tzv. **spektrálních barev**. Ty však není lidské oko schopno v bílém světle přímo rozeznat. K rozložení bílého světla na jednoduché spektrální barvy můžeme využít například lomu světla. Když na skleněný hranol dopadne úzký paprsek bílého světla, dojde na obou rozhraních vzduchu a skla k lomu světla. Úhel lomu závisí na rychlosti světla ve skle a světla různých barev se ve skle šíří různou rychlostí. Nejvíce se lomí světlo fialové, nejméně světlo červené.

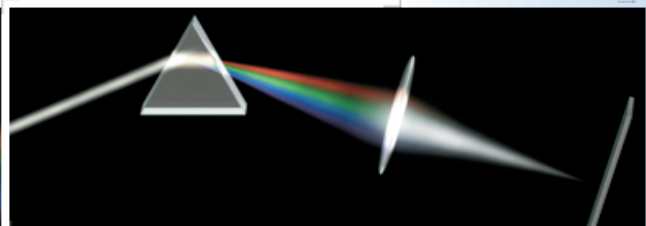
Po průchodu svazku bílého světla hranolem ho necháme dopadat na stínítko a na něm vznikne pruh mnoha barev – spektrum, které přechází jedna v druhou. Newton pojmenoval sedm základních barev – **fialová**, **indigová** (modrofialová), **modrá**, **zelená**, **žlutá**, **oranžová**, **červená**. Je třeba si uvědomit, že mezi těmito sedmi barvami je nekonečně mnoho dalších barevných odstínů. Pokud barvy spektra složíme spojnou čočkou, dostaneme opět bílé světlo.

Při průchodu světla broušeným drahokamem dochází také k lomu a rozkladu světla.

Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem.



rozklad bílého světla lomem při průchodu skleněným hranolem



složení barevných světél pomocí spojně čočky; vzniká zase bílé světlo.

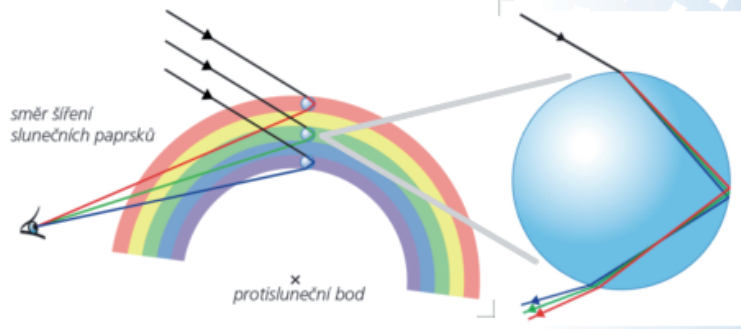
Duha

V přírodě se bílé sluneční světlo může rozkládat na jednoduché barvy při průchodu kapkami vody. Opět se jedná o rozklad světla lomem. V takovém případě vzniká jeden z nejhezčích a nejvýraznějších atmosférických optických jevů – **duha**.



SVĚTELNÉ JEVY – BARVY

Duhu můžeme pozorovat, pokud svítí slunce a zároveň prší. Střed oblouku duhy leží přímo proti Slunci. Je-li Slunce nízko na obloze, zasahuje proto oblouk duhy výše. Nejvýraznější hlavní duha má vnitřní okraj fialový a vnější červený. Kromě hlavní duhy můžeme někdy pozorovat i duhu vedlejší, vzniklou dvojnásobným odrazem v kapce vody. Ta je méně zřetelná, nachází se vně duhy hlavní a má obrácené pořadí barev.



Duhu můžeme vidět nejen při dešti, ale také jindy, pokud jsou ve vzduchu rozptýleny kapky vody, např. ve vodní tříšti nad vodopádem, přejemí nebo i při zalévání zahradní hadicí.

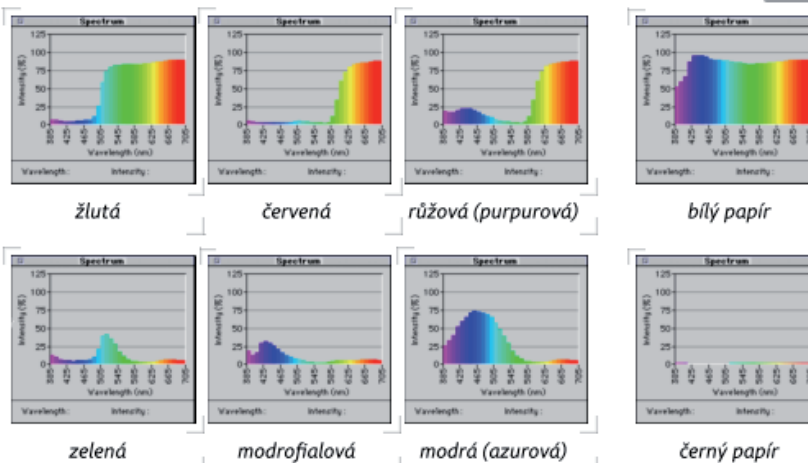


duha

Jednoduché a složené barvy, spektrofotometr

V přírodě existuje daleko více barev, než jen jednoduché, které můžeme pozorovat v barevném spektru. Nenajdeme v něm například hnědou, šedou, růžovou, khaki (zelenohnědou) barvu a spoustu dalších. Tyto barvy nazýváme **složené** a vznikají stejně jako bílé světlo skládáním jednoduchých barev. Pouze je skládáme v různých poměrech nebo neskládáme všechny barvy.

Ke zjištění, z jakých jednoduchých barev jsou barvy složené, používáme přístroje **spektrofotometry**. Na následujících obrázcích se můžete podívat, jak některé složené barvy vznikají.



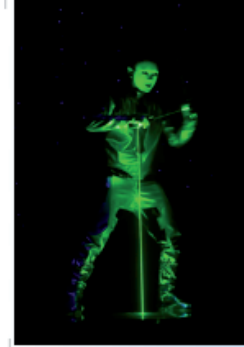
spektrofotometry



Sestrojte si jednoduchý spektroskop – návod [zde](#):

Barva předmětů, co je to barva?

Na jevišti vystupují artisté v červených kostýmech. Najednou je osvětlí ostře zelené světlo a kostýmy zčernají. Jako barvu má jejich oblečení – červenou nebo černou? A jak vidí jejich oblečení barvoslepý člověk, který nedokáže červenou od zelené rozlišit?



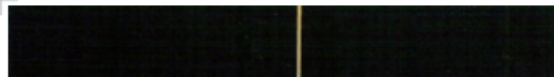
Barevné světlo

Neprůhledné předměty světlo odrážejí, průhledné předměty světlo propouštějí. I průhledné předměty mohou některé barvy pohlcovat. Proč se nám jeví červené sklíčko jako červené? Z dopadajícího bílého světla pohltí zelené barvy a propustí jen ty ostatní, které dohromady dávají načervenalý tón barvy. Průhledným předmětům, které pohlcují některé barvy procházejícího světla, a tím mění jeho barvu, říkáme **barevné filtry**. Používají se třeba v divadelních světlidlech, abychom získali zdroj barevného světla.



Existují také speciální světelné zdroje, které vyzařují světlo pouze jedné spektrální barvy. Jsou to např. sodíkové výbojky, reklamní „neonové“ trubice nebo lasery.

barevné divadelní a fotografické filtry



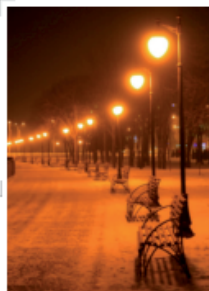
spektrum sodíkové výbojky



spektrum zeleného laseru



sodíková výbojka



zelený laser



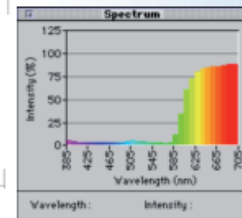
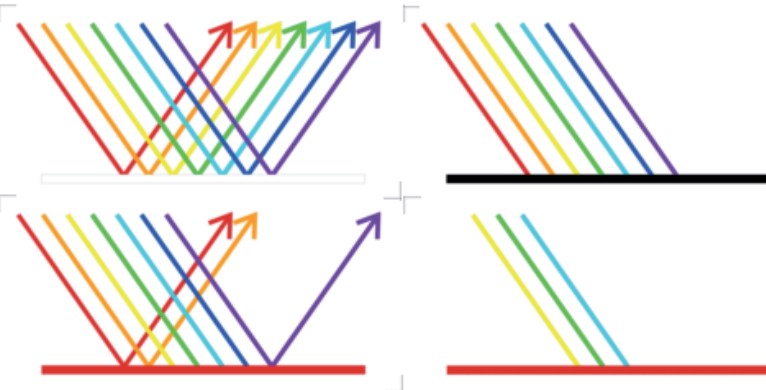
Srovnejte spektrum bílého světla, světla odraženého od žlutého papíru a světla sodíkové výbojky.



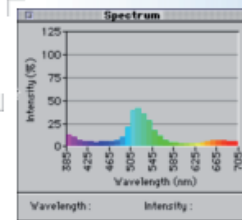
Barva povrchu při osvětlení barevným světlem

V běžném životě jsme zvyklí, že předměty jsou osvětlené bílým denním světlem nebo světlem žárovek či zářivek, jejichž barva se od bílé příliš neliší. Barva předmětů závisí na jejich schopnosti pohlcovat některé barvy a jiné barvy odrážet. Když se podíváme na graf znázorňující, jaké spektrální barvy obsahuje nějaká složená červená barva, zjistíme, že to mohou být téměř všechny barvy spektra s výjimkou zelených odstínů.

Pokud bude povrch předmětu pohlcovat žlutozelené, zelené a modro-zelené barvy a ostatní bude odrážet, bude se nám jevit jako červený. Ale pouze při osvětlení bílým světlem! Co se stane, když stejný povrch osvítíme zeleným světlem? Řekli jsme, že zelené barvy se pohltí. Jiné barvy v dopadajícím světle nejsou, od povrchu předmětu se nic neodrazí a předmět se nám jeví tmavý, černý.



červená



zelená

Zkuste přijít na to, jaké barvy musí pohlcovat povrch předmětu, který se nám v bílém světle jeví modrý. Jakým světlem ho musím osvítit, aby vypadal černý?

Nakreslete pro tento případ podobné obrázky, jako jsou výše pro červený předmět nasvícený postupně bílým a zeleným světlem. Řešení je skryté pod tlačítky vpravo.

Vnímání barev, barvoslepost

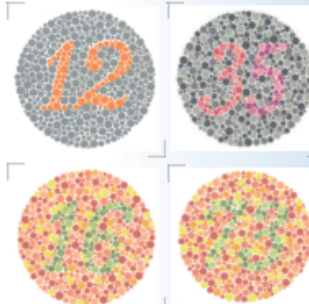
V úvodu jsme se zmínili o barvoslepém člověku. Je těžké se vžít do jeho role, ale víme, že červenou a zelenou nerozliší. Nemůžeme chtít, aby je takto pojmenoval. Vidíme, že s barvou předmětů je to složité. Abychom předmět viděli červený, musí mít povrch určitých vlastností (pohlcuje zelené barvy), musí na něj dopadat správné světlo (nejlépe bílé, ale určitě ne zelené) a ještě k tomu musíme mít zdravé oči, které barvy vidí.

Jak to může dopadnout, když má člověk barevné brýle...

Barva je vjem, který závisí na předmětu, na osvětlení a na vlastnostech pozorovatele.



Barvoslepost, v lehkém případě porucha barvocitu, se dá zjistit pomocí čtení jednoduchých testovacích obrázků.



obrazce pro testy barvocitu

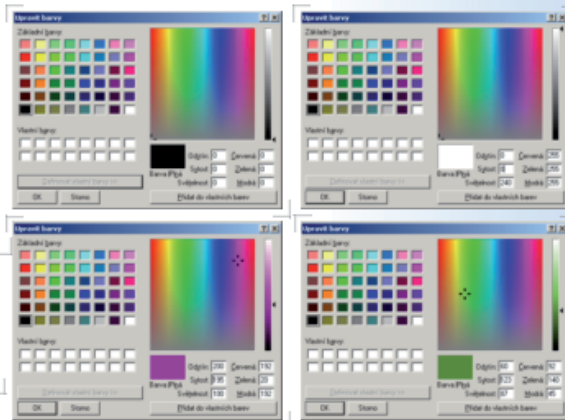
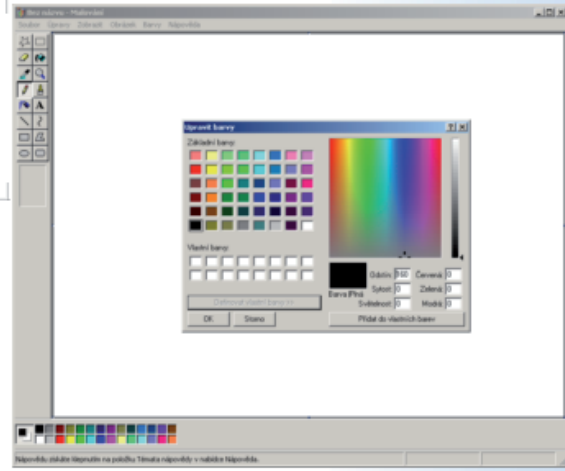
RGB znamená Red – Green – Blue

V aplikaci Windows Malování si chceme zvolit svoji pěknou barvu. Jak na to? Každý jistě snadno najde v menu aplikace volbu Barvy -> Upravit barvy... -> Definovat vlastní barvy. Každý jistě také zvládne umístit křížek někam do zobrazené barevné palety, ale co s těmi šesti číselnými políčky vpravo dole? Jaká čísla tam mohou napsat a jak vůbec souvisejí barvy s čísly?

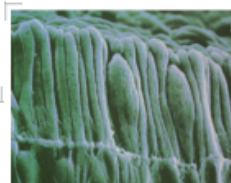
Podíváme se na hodnoty Červená – Zelená – Modrá (k hodnotám Odstín – Sytost – Světelnost se vrátíme později). Raději budeme dále pracovat s mezinárodním označením RGB (Red – Green – Blue). Zkusme v aplikaci Windows Malování vybrat vlastní barvu a přitom posouvat záměrným křížkem v barevném čtverci a táhlem v barevném sloupci úplně vpravo. (screenshotsy Malování, několik barev) Vidíme, že se číselné hodnoty mění. Tři nuly odpovídají černé, třikrát 255 odpovídá bílé. Každou barvu můžeme popsat trojicí čísel z rozmezí 0 až 255. První číslo v trojici udává, kolik je v barvě základní červené, druhé číslo udává, kolik je v barvě základní zelené, třetí číslo udává totéž pro modrou.

Urči, jaká barva se skrývá pod trojicí 128 255 0 nebo pod trojicí 180 70 100. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapiš ji pomocí čísel RGB.

Řešení úkolů:

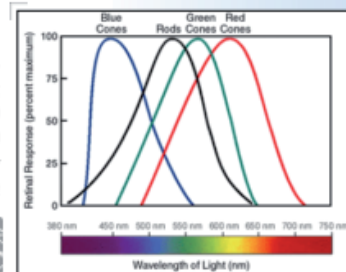


Proč ale používáme k číselnému zápisu barev právě trojici červená – modrá – zelená? Souvisí to s vlastnostmi lidského oka. V přírodopisu se budete učit, že lidské oko obsahuje dva základní typy buněk citlivých na světlo – tyčinky a čípkky. Barvy vnímáme pomocí čípkků a těch jsou tři druhy citlivé po řadě na červené, zelené a modré světlo. Nejjednodušší způsob, jak nasimulovat v oku barevný vjem třeba při sledování televize, je smíchat konkrétní barvu z červené, zelené a modré. Každou ze tří barevných složek budeme vnímat jedním druhem čípkků.



tyčinky a čípkky

citlivost světlo-citlivých buněk tyčinek (rods) a čípkků (cons) na různé barvy světla

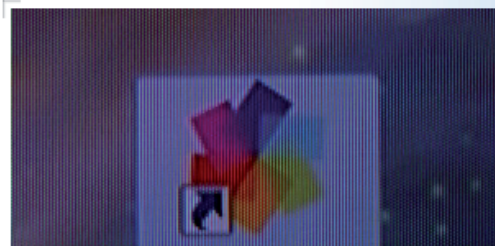


Televizní obrazovka, barevný monitor

Když se podíváš lupou na **televizní obrazovku**, uvidíš, že celá její plocha je složena z maličkých barevných plošek, které svítí střídavě červeně, zeleně a modře. V místech s červeným obrazem září pouze červené plošky a také v místech, kde je zelená nebo modrá plocha vidíte pouze odpovídající plošky. Ve žlutých místech pozorujete svítící plošky červené a zelené, v oranžových svítí červené více a zelené méně.



Právě hodnoty RGB uvádějí, jak moc svítí jednotlivé barevné plošky. Když chci zobrazit výše zmíněnou zářivě žlutozelenou barvu 130 255 0, musím červené plošky rozsvítit na polovinu maximálního jasu ($128 = \frac{1}{2} \times 255$), zelené plošky naplno (255) a modré zůstanou zhasnuté (0). Když se podíváš na monitor počítače v místě barevné palety aplikace Windows Malování, uvidíš ty samé plošky tří barev jako na televizní obrazovce a můžeš sledovat jejich jas v závislosti na zobrazené barvě.



detail barevné LCD obrazovky

Pomocí barev RGB nemusíme míchat barvy jen na televizní obrazovce či počítačovém monitoru. Když vezmeme tři svítidla s červeným, zeleným a modrým světlem, docílíme stejného výsledku.

Míchání barevných světél:



míchání světél – RGB

RGB zařízení

I další zařízení, která pracují s barvami, je popisují pomocí RGB. Světlocitlivé čipy **skenerů**, **digitálních fotoaparátů** nebo **videokamer** jsou citlivé na červenou, zelenou a modrou stejně jako **lidské oko**. Ve všech případech, kdy mícháme barevná světla, můžeme použít zápis barvy v RGB.



Jsou i jiná čísla, než jen RGB, třeba CMYK

Máte doma inkoustovou tiskárnu k počítači a nakupovali jste do ní někdy barevné inkousty? Pokud jste všímaví, určitě si vybavíte, jaké barvy jsou na krabičce znázorněné. Jsou to barvy jednotlivých náplní a rozhodně to nejsou červená, zelená a modrá. Proč asi?



ukázky zařízení CMYK



Vypnutý monitor nebo obrazovka TV je černý. Když na něm chci něco zobrazit, musím rozsvítit v různém poměru červené, zelené a modré barevné plošky. Pokud budou svítit plošky všech tří barev naplno, uvidím bílou barvu.



Prázdný papír je bílý, nesvítí, pouze se od něj odrazí dopadající bílé světlo. Když chci něco vytisknout, nanášim na něj barevné inkousty – azurový, purpurový a žlutý. Pokud smíchám všechny tři inkousty dohromady, bude papír černý.

Na obrázku vpravo vidíte míchání barev postupným odebráním červené, zelené a modré z bílého světla pomocí **azurového, purpurového a žlutého inkoustu (CMY)**.

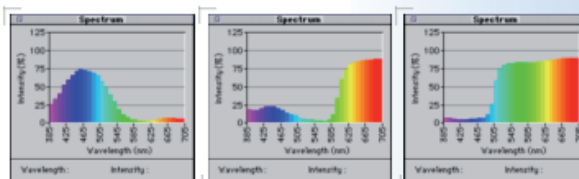
Žlutý inkoust pohlcuje z dopadajícího světla modrou a odráží ostatní, proto se jeví žlutý. Stejně tak azurový inkoust pohlcuje z dopadajícího světla červenou a purpurový inkoust pohlcuje z dopadajícího světla zelenou. Opět mícháme červené, zelené a modré světlo, ale tentokrát je pomocí azurového, purpurového a žlutého inkoustu z dopadajícího bílého světla odebráme.



míchání barev – CMY



Pro označení barev **Azurová – Purpurová – Žlutá** použijeme opět mezinárodní označení **CMY (Cyan – Magenta – Yellow)**. Častěji než s CMY se setkáte s označením **CMYK**. Při tisku se totiž kromě tří barev CMY používá ještě čtvrtá barva – černá pro tisk obvyčejného textu (black nebo Key). Ta nás teď ale zajímat nebude.



azurová

purpurová

žlutá

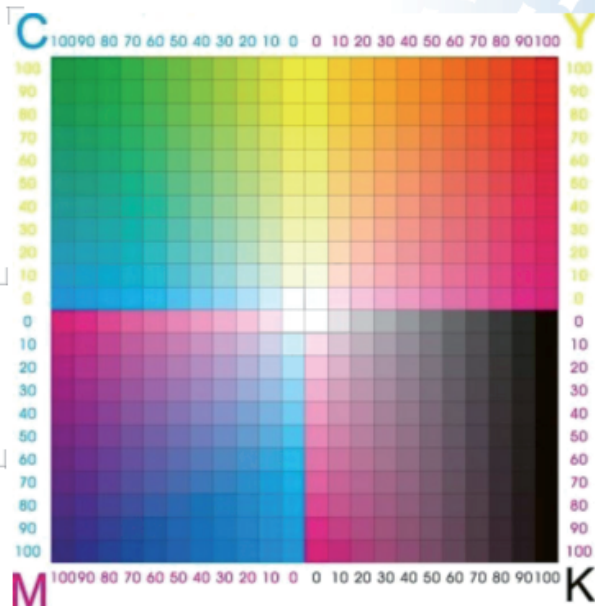
ofsetový tiskový stroj



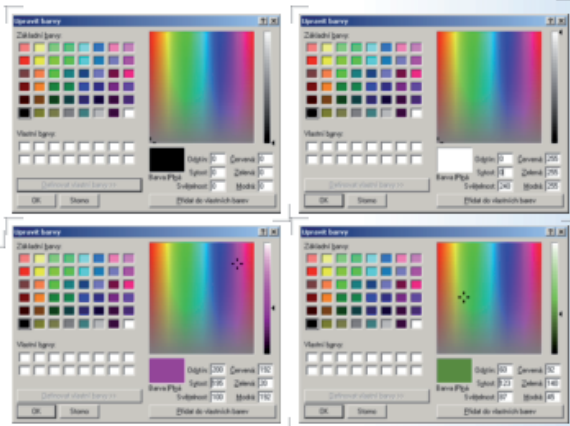
ZÁPIS BARVY V POČÍTAČOVÉ APLIKACI

Pro hodnoty CMY se běžně nepoužívají čísla od 0 do 255, ale procenta od 0 % do 100 %, která udávají, jak sytý je daný inkoust. Např. barva CMY 0-50-100 znamená 50% pokrytí purpurovou a 100% pokrytí žlutou. Kdo aspoň jednou maloval vodovkami, snadno odhadne, že výsledkem bude oranžová.

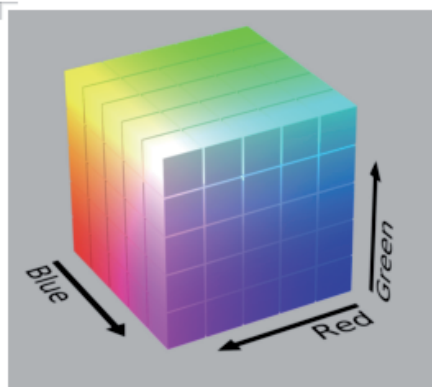
Podobným způsobem jako u barev RGB odhadni, jaká barva se skrývá pod trojicí čísel CMY 100-80-0 nebo pod trojicí 50-10-90. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapiš ji pomocí čísel CMY.



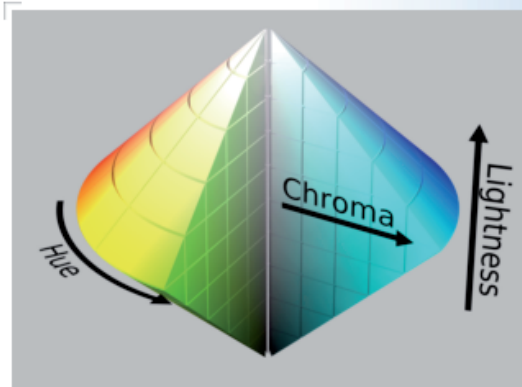
Známe již zápis barvy pomocí RGB a CMY. V aplikaci Windows Malování jsme objevili také hodnoty **Odstín – Sytost – Jas** (mezinárodně **Hue – Saturation – Brightness = HSB**). Sami si můžete ve Windows Malování nebo v jiné grafické aplikaci vyzkoušet, jaké je rozmezí hodnot pro jednotlivá čísla a jak které z nich ovlivňuje výslednou barvu.



Seznámili jsme se se zápisem barev RGB, CMY a HSB. Všechny barvy, které můžeme pomocí uvedených hodnot zapsat, můžeme také znázornit graficky. Podívejte se na následující obrázky.



barvový prostor RGB



barvový prostor HSL

Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Vyfotili jsme si digitálním fotoaparátém pěknou přírodní scenérii se zelenou trávou a modrou oblohou. Na displeji fotoaparátu vypadá záběr barevně moc hezky. Snímek jsme stáhli do levného starého notebooku, který s sebou občas taháme na výlety, a barvy jsou pryč, zelená je do hněda, obloha také nic moc. Po zobrazení snímku na kvalitním monitoru domácího počítače jsou naštěstí barvy opět v pořádku. Soubor se snímek nebyl po celou dobu nijak upravovaný, čísla RGB zůstala stále stejná a barvy byly pokaždé jiné. Jak je to možné?

Je třeba si uvědomit, že různá zařízení mohou zobrazovat barvy v různé kvalitě.



kvalitní fotoaparát



obyčejný notebook



profesionální monitor



Je zřejmé, že ani tři přesná čísla RGB nám nedávají o výsledné barvě jednoznačnou představu, závisí na tom, na jakém zařízení se zobrazí. Říkáme, že **RGB je závislé na zařízení**.



Na displej obyčejného notebooku jsou dva základní požadavky – aby byl co nejlépejší a aby vůbec nějaké barvy zobrazoval.



Profesionální monitor výtvarníka nebo fotografa je vyroben lepší technologií, tři základní barvy červená, zelená a modrá jsou jasné a zářivé. Proto jsou i barvy, které vzniknou jejich smícháním, velice dobře zobrazené. U takového monitoru je kvalitní zobrazení barev základním předpokladem.

Podobné je to i s barvami CMY. Výsledný odstín bude záviset na kvalitě jednotlivých inkoustů, azurového, purpurového a žlutého. Barvy v reprezentativním časopise na kvalitním papíře budou vypadat jinak, než barvy v obyčejných novinách na zašedlém recyklovaném papíře.



ZÁPIS BARVY V POČÍTAČOVÉ APLIKACI

Tento problém nedával spát vědcům, kteří se popisem barev zabývají. Definovali různé zápisy barev, které sice nejsou tak názorné, jako RGB nebo CMY, ale mají tu výhodu, že nezávisí na konkrétním způsobu zobrazení.

Jedním z nich je zápis xyY , kde hodnoty x a y společně udávají barevný odstín a sytost dané barvy a Y popisuje její jas. Je ale těžké si představit pod trojicí čísel x , y a Y konkrétní barvu.

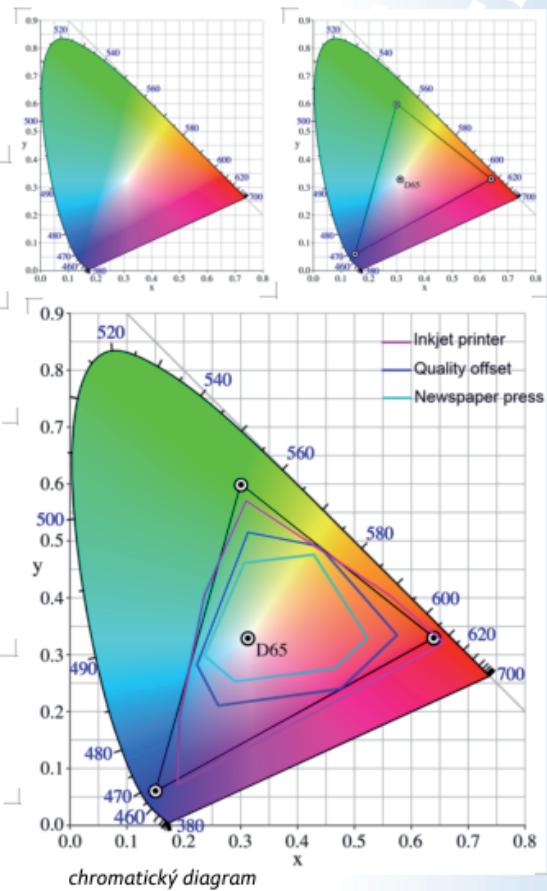
Často se proto používá zobrazení hodnot x a y , které se nazývá **chromatický diagram** (chroma = řecky barva).

Tento diagram je zajímavý tím, že v něm můžeme znázornit všechny barvy, které dokáže vnímat lidské oko. Ať to jsou barvy displeje laciného notebooku, barvy profesionálního monitoru, barvy novinového tisku, barvy nejvyšší kvality tiskovin, čisté spektrální barvy duhy a spousty dalších.

Podívejte se na obrázek chromatického diagramu a uvidíte, že ani nejvyšší kvality monitory zdaleka nezobrazí všechny viditelné barvy, natož abychom mohli vytisknout skutečné barvy duhy.

Při zkoumání přiloženého diagramu nezapomeňte na to, že i tento obrázek byl vytisknut na papír případně zobrazený na monitoru počítače nebo promítnutý dataprojektorem, a proto jsou barvy zkreslené a vždy zkreslené budou.

Na následujících obrázcích vidíte různé světelné zdroje a různá zařízení, která pracují s barvami. Zkuste o nich něco říct a ukázat, která část chromatického diagramu s nimi souvisí...



Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

Tuto větu patrně většina z Vás v nějaké podobě už slyšela. Je to taková základní malířská poučka a při malování vodovkami jste si mnohokrát vyzkoušeli, že funguje. Není to trochu divné? Modrou barvu mám v RGB, žlutou barvu mám mezi barvami CMY, jak smíchám modré světlo a žlutý inkoust?

V tomto případě jde pouze o nepřesné nebo ještě lépe nejednoznačné názvosloví. Pojem modrá barva se v běžném životě používá pro mnoho odstínů od modrofialové až po zelenomodrou.

I v malířství máme modrých barev spoustu. Namátkou vybíráme z jednoho katalogu olejových barev pro malíře – pruská modř, orientální modř tmavá, francouzský ultramarín tmavý, francouzský ultramarín světlý, kobaltová modř sytá, kobaltová modř pravá, základní phthalocyaninová modrá, královská modrá, blankytně modrá sytá, blankytně modrá pravá, zářivě modrá, tyrkysová modrá.

Modrou z nadpisu kapitoly rozumí malíř odstín modré, který my označujeme jako azurovou. Pak je vše jasné a v pořádku. Z obrázku míchání barev CMY je zřejmé, že smícháním azurového a žlutého inkoustu opravdu vznikne zelená barva. Když malíři nebo tiskaři hovoří o základních barvách modré, červené a žluté, mají na mysli barvy, které my označujeme názvy azurová, purpurová a žlutá.

Series Code	Colour	Series Code	Colour	Series Code	Colour
4	347 Lemon Yellow	3	545 Quinacridone Magenta	2	294 Green Gold
3	025 Bismuth Yellow	3	489 Permanent Magenta	1	422 Naples Yellow
4	086 Cadmium Lemon	2	192 Cobalt Violet	1	425 Naples Yellow Deep
1	722 Winsor Lemon	3	491 Permanent Mauve	1	745 Yellow Ochre Light
1	730 Winsor Yellow TM	2	672 Ultramarine Violet	1	744 Yellow Ochre TM
2	348 Lemon Yellow Deep	1	733 Winsor Violet (Dioxazine) TM	1	552 Raw Sienna TM
4	016 Aureolin	3	321 Indanthrene Blue	2	285 Gold Ochre
1	653 Transparent Yellow	4	180 Cobalt Blue Deep	1	547 Quinacridone Gold TM
4	118 Cadmium Yellow Pale	2	253 French Ultramarine TM	1	059 Brown Ochre
3	649 Turners Yellow	2	667 Ultramarine (Green Shade)	1	381 Magnesium Brown
1	267 New Gamboge TM	1	178 Cobalt Blue TM	1	074 Burnt Sienna TM
4	089 Cadmium Orange TM	1	709 Winsor Blue (Red Shade) TM	1	352 Light Red
1	731 Winsor Yellow Deep	1	010 Antwerp Blue TM	1	678 Venetian Red
1	319 Indian Yellow	1	538 Prussian Blue TM	1	317 Indian Red
4	111 Cadmium Yellow Deep	1	707 Winsor Blue (Green Shade) TM	1	056 Brown Madder TM
4	089 Cadmium Orange TM	1	140 Cerulean Blue (Red Shade)	1	537 Potters Pink
3	724 Winsor Orange	3	137 Cerulean Blue TM	1	507 Perylene Maroon
1	723 Winsor Orange Red Shade	3	379 Manganese Blue Hue	2	470 Perylene Violet
3	106 Cadmium Scarlet	2	526 Phthalo Turquoise	1	125 Caput Mortum Violet
3	603 Scarlet Lake	4	191 Cobalt Turquoise Light	1	654 Raw Umber TM
4	094 Cadmium Red TM	4	190 Cobalt Turquoise	1	076 Burnt Umber TM
4	097 Cadmium Red Deep	4	184 Cobalt Green	1	676 Vandyke Brown
1	726 Winsor Red TM	1	719 Winsor Green (Blue Shade) TM	1	609 Sepia TM
4	576 Rose Dore	3	692 Viridian TM	1	322 Indigo
3	548 Quinacridone Red	1	721 Winsor Green (Yellow Shade)	1	465 Payne's Gray TM
1	725 Winsor Red Deep	1	637 Terre Verte	1	430 Neutral Tint
3	466 Permanent Alizarin Crimson TM	2	460 Perylene Green	1	337 Lamp Black
3	054 Alizarin Crimson TM	3	459 Oxide of Chromium	1	331 Ivory Black
3	479 Permanent Carmine	1	311 Hooker's Green TM	1	386 Mars Black
3	502 Permanent Rose TM	1	503 Permanent Sap Green TM	1	217 Davy's Gray
4	587 Rose Madder Genuine TM	1	447 Olive Green	1	150 Chinese White
2	448 Opera Rose TM	1	638 Terre Verte (Yellow Shade)	1	644 Titanium White (Opaque)



Zkuste pomoci těchto tří základních barev a jejich míchání namalovat nějaký pěkný obrázek. Povolíme Vám ještě čtvrtou barvu – černou. Podaří se Vám to?



8.4.2 Zdroje obrazového a multimediálního materiálu lekce

Součástí zpracování mé multimediální výukové lekce jsou obrazové a multimediální materiály získané z různých zdrojů. Vzhledem k tomu, že se jedná o výukovou lekci, je možné podle autorského zákona (Zákon 121/2000 Sb., 2012) používat cizí autorská díla v podobě citací. Pro naplnění obsahu pojmu citace je nutné uvést zdroje těchto cizích autorských děl. Uvádím zde seznam zdrojů ve stejné podobě, jako je součástí vlastní výukové lekce v souboru zdroje.txt.

Zdroje obrazového a multimediálního materiálu lekce

Pro každou stránku jsou uváděny nejprve zdroje, které jsou součástí stránky, a to zleva shora doprava dolů. Poté jsou uváděny zdroje pod tlačítka ve stejném pořadí.

Barva světla a rozklad světla hranolem

http://cs.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton

vlastní

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 128

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 129

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 128

Shutterstock, M. Shcherbyna

vlastní

<http://www.karelsebek.cz/gallery/0/0/1/duha.jpg>

http://club.foto.ru/gallery/photos/photo.php?photo_id=1389909

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 128

<http://www.escapehere.com/wp-content/uploads/2013/07/Victoria-Falls-Bridge-400x400.jpg>

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 128

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 128

8x vlastní

vlastní

<http://www.biochrom.co.uk/product/1/biochrom-libra-s4-visible-spectrophotometer.html>

vlastní

Barva předmětů, co je to barva?

http://www.e-audio.cz/fotky19679/fotos/laserova_show.jpg

http://comps.fotosearch.com/comp/CSP/CSP199/wearing-mask-laser_~k1999690.jpg

http://www.aaron.cz/img/basic-klapky-65663_3.jpg

vlastní

<http://www.tipa.eu/fotocache/bigorig/08860018.jpg>

Shutterstock, DeSerg

2x vlastní

http://www.ledwholesalers.com/store/images/uploads/GYO2201_GYO2203_logo.jpg

Shutterstock

<http://img.gawkerassets.com/img/18k2pdwzhckdwjpg/ku-medium.jpg>

http://images.gizmag.com/hero/laser_beam.jpg

3x vlastní

2x vlastní

4x vlastní

4x http://www.zeleny-zakal.cz/test-zraku?velikost_fontu=1

2x vlastní

video – vlastní

RGB znamená Red – Green – Blue

5x vlastní

Vaněčková, I. a kol. Přírodopis 8 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň:

Nakladatelství Fraus, 2006. s. 102

<http://facweb.cs.depaul.edu/sgrais/images/ColorBlind/fig3-61retinarods-conesBIG.jpg>

http://www.oneminuteastronomer.com/wp-content/uploads/2009/06/em-spectrum_human-eye.gif

3x vlastní

Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. s. 129

vlastní

vlastní

http://www.infobarrel.com/media/image/51288_max.jpg

Shutterstock, Julia Ivantsova

http://www.adorama.com/LF87.html?utm_term=Other&utm_medium=Affiliate&utm_campaign=Other&utm_source=cj_3726866

Shutterstock, StudioSmart

Shutterstock, Andrey Zyk

http://www.nemitec.com/Images/home_4_1.jpg

https://familysearch.org/techtips/wp-content/uploads/2011/08/shutterstock_23698918-630x290.jpg

Shutterstock

Shutterstock

video – vlastní

video – Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia, Plzeň:

Nakladatelství Fraus, 2008 i-učebnice

video – vlastní

video – <https://www.youtube.com/watch?v=ygUchcpRNyk>

Jsou i jiná čísla, než jen RGB, třeba CMYK

http://www.epson.com/alf_upload/images/products/c88_fca-oor_396x264.jpg

http://en.wikipedia.org/wiki/File:Canon_S520_ink_jet_printer_-_opened.jpg

<http://www.spotrebaklevne.cz/pifc.php?src=aW1hZ2UvODU5NTEzMTAyMjgzNy5qcGc=&sx=120&sy=120&inner=1>

<http://www.stexoprint.cz/ed/photo/tonery.png>

vlastní

3x vlastní

<http://thumbs.dreamstime.com/z/cor-deslocada-impress%C3%A3o-13890189.jpg>

Shutterstock, Moreno Soppelsa

<http://cartridge-ostrava.cz/203-large/cartridge-hp-no-27-cerna-c8727a-.jpg>

<http://images.zbozi.cz/zbozi-images/5187306756b933f0d4370000.jpg>

http://farbtoner.com/images/images_big/hp1500_toner_cmyk.jpg

vlastní

video – Rauner, K. a kol. Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia, Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2008 i-učebnice

video – vlastní

video – <http://www.youtube.com/watch?v=ygUchcpRNyk>

video – <http://www.youtube.com/watch?v=cGyKdvT1fV4>

video – <http://www.youtube.com/watch?v=7PIO03YOrkg>

vlastní

4x vlastní

https://en.wikipedia.org/wiki/File:RGB_Cube_Show_lowgamma_cutout_a.png

https://en.wikipedia.org/wiki/File:HSL_color_solid_dblcone_chroma_gray.png

3x vlastní

video – http://www.youtube.com/watch?v=_m-m_TFu7BE

http://images1.wikia.nocookie.net/__cb20071105130124/psychology/images/e/ea/HSV_cone.png

http://images4.wikia.nocookie.net/__cb20071105130145/psychology/images/e/e0/HSV_cylinder.png

Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

<http://www.kenrockwell.com/nikon/images1/d50.jpg>

<http://notebookblog.cz/blog/wp-content/uploads/stare-obrazky/omnibook-600ct.jpg>

http://www.svettisku.cz/buxus/images/Eizo_CG303W_ST_10_2010_1.jpg

3x vlastní

http://2.bp.blogspot.com/_R0r4ysJQZ0U/TBgtfPT7cUI/AAAAAAAAAXo/rXLc2zwuOEQ/s400/Chanel_VogueParis_1.jpg

archiv Nakladatelství Fraus

http://www.rcceurope.com/images/radek_chalupa_e15055.jpg

http://www.digineff.cz/obrdg2008/pojmy/080807adobe_rgb/080807adobe_rgb_03.png

http://www.digineff.cz/obrdg2008/pojmy/080807adobe_rgb/080807adobe_rgb_02.png

http://www.digineff.cz/obrdg2008/pojmy/080807adobe_rgb/080807adobe_rgb_09.png

<http://www.spotrebaklevne.cz/pifc.php?src=aW1hZ2UvODU5NTEzMTAyMjgzNy5qcGc=&sx=120&sy=120&inner=1>

vlastní

<http://www.karelsebek.cz/gallery/0/0/1/duha.jpg>

http://images.gizmag.com/hero/laser_beam.jpg

Shutterstock, DeSerg

http://www.svettisku.cz/buxus/images/Eizo_CG303W_ST_10_2010_1.jpg

http://2.bp.blogspot.com/_R0r4ysJQZ0U/TBgtfPT7cUI/AAAAAAAAAXo/rXLc2zwuOEQ/s400/Chanel_VogueParis_1.jpg

Shutterstock, StudioSmart

Shutterstock, Andrey Zyk

<http://kevinmallard.files.wordpress.com/2011/03/91.jpg?w=627>

http://www.rcceurope.com/images/radek_chalupa_e15055.jpg

<http://www.youtube.com/watch?v=WwB3dloLpo8>

Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

<http://freetopwallpaper.com/wp-content/gallery/chart-colors/charts-colors-pictures-wallpapers-928.jpg>

<http://www.kancelarske-zbozi.cz/img/article/t/13379.jpg>

vlastní

vlastní

8.4.3 Zpracování v podobě prezentace MS PowerPoint

Podoba multimediální výukové lekce Barvy kolem nás zpracované v softwarové aplikaci MS PowerPoint vychází ze základní podoby lekce zpracované v aplikaci FlexiBook Composer Nakladatelství Fraus. V několika málo případech došlo k nepodstatné redakční úpravě textů, pokud to bylo třeba z grafických důvodů. Součástí multimediální lekce je i deset videoklipů, které jsou vnořeny do prezentace v aplikaci PowerPoint, ale pro správnou funkci musí být šířeny společně, dodatečně přibalené k samotnému .pps souboru. Pro odkrývání řešení úloh byla použita nativní animace MS PowerPoint, tu přirozeně není možné znázornit na statických snímcích.

Na následujících stránkách naleznete snímky lekce Barvy kolem nás určené pro prezentaci pomocí aplikace MS PowerPoint XP (2002) a novější.

Barvy kolem nás

Mezipředmětové výukové téma

PhDr. Václav Kohout
Plzeň 2013

Barva světla a rozklad světla hranolem

????????????

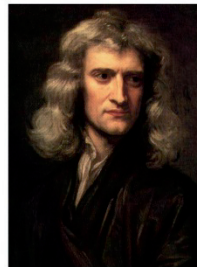
Při divadelních vystoupeních a různých estrádních akcích je možno si všimnout, že jeviště je osvětlováno svítilny, která vydávají světlo různé barvy. Můžeme spočítat, kolik různých barev na světě existuje, kolik jich zaznamená lidské oko? Kde se vlastně berou různé barvy, když obyčejné světlo je bílé? A co je to duha?

????????????



Barva světla a rozklad světla hranolem

Anglický matematik a fyzik **Isaac Newton** (1643–1727) pozoroval v 17. století, jak z bílého slunečního světla vznikají po průchodu skleněným hranolem světla různých barev podobná duze na obloze. Ten jev podrobně zkoumal a popsal. Původně bílé světlo se rozloží do barevného pásu, ve kterém je zastoupeno velké množství barev.



Isaac Newton. cs.wikipedia.org/wiki/Isaac_Newton
Po Newtonovi je pojmenována jednotka síly. cs.wikipedia.org/wiki/Newton
Výslovnost: Isaac Newton [Ajsek Njůtn]

Ještě před Isaacem Newtonem zkoumá stejnou problematiku v Čechách Jan Marek Marci.

Barva světla a rozklad světla hranolem

Vznik barevného spektra

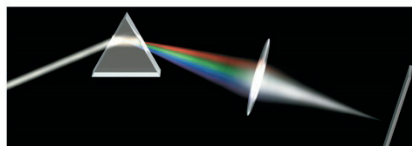
Bílé světlo je složené z **jednoduchých**, tzv. **spektrálních barev**. Ty však není lidské oko schopno v bílém světle přímo rozeznat. K rozložení bílého světla na jednoduché spektrální barvy můžeme využít například lomu světla. Když na skleněný hranol dopadne úzký paprsek bílého světla, dojde na obou rozhraních vzduchu a skla k lomu světla. Úhel lomu závisí na rychlosti světla ve skle a světla různých barev se ve skle šíří různou rychlostí. Nejvíce se lomí světlo fialové, nejméně světlo červené.



Barva světla a rozklad světla hranolem



Po průchodu svazku bílého světla hranolem ho necháme dopadat na stínítko a na něm vznikne pruh mnoha barev – spektrum, které přecházejí jedna v druhou. Newton pojmenoval sedm základních barev – **fialová**, **indigová** (modrofialová), **modrá**, **zelená**, **žlutá**, **oranžová**, **červená**. Je třeba si uvědomit, že mezi těmito sedmi barvami je nekonečně mnoho dalších barevných odstínů. Pokud barvy spektra složíme spojnou čočkou, dostaneme opět bílé světlo.



Barva světla a rozklad světla hranolem

- *Při průchodu světla broušeným drahokamem dochází také k lomu a rozkladu světla.*



- *Také při odrazu světla na disku CD dochází k rozkladu světla. Nejedná se ale o rozklad lomem.*



Barva světla a rozklad světla hranolem

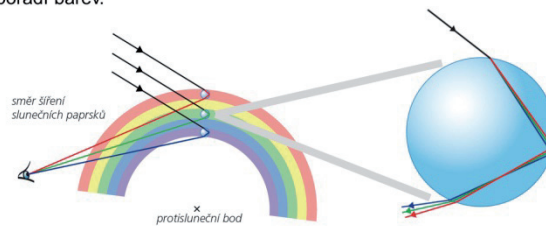
Duha

V přírodě se bílé sluneční světlo může rozkládat na jednoduché barvy při průchodu kapkami vody. Opět se jedná o rozklad světla lomem. V takovém případě vzniká jeden z nejhezčích a nejvýraznějších atmosférických optických jevů – duha.



Barva světla a rozklad světla hranolem

Duhu můžeme pozorovat, pokud svítí slunce a zároveň prší. Střed oblouku duhy leží přímo proti Slunci. Je-li Slunce nízko na obloze, zasahuje proto oblouk duhy výše. Nejvýraznější hlavní duha má vnitřní okraj fialový a vnější červený. Kromě hlavní duhy můžeme někdy pozorovat i duhu vedlejší, vzniklou dvojnásobným odrazem v kapce vody. Ta je méně zřetelná, nachází se vně duhy hlavní a má obrácené pořadí barev.



Barva světla a rozklad světla hranolem

Duhu můžeme vidět nejen při dešti, ale také jindy, pokud jsou ve vzduchu rozptýleny kapky vody, např. ve vodní třešti nad vodopádem, peřejemi nebo i při zalévání zahradní hadicí.

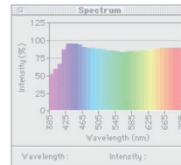


Barva světla a rozklad světla hranolem

Jednoduché a složené barvy

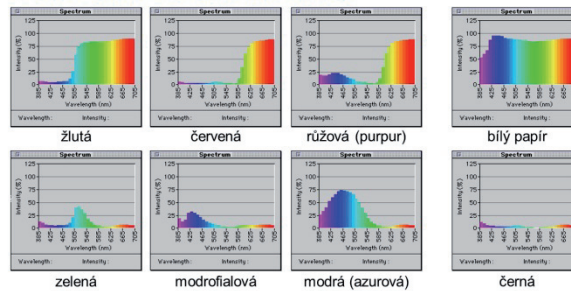
V přírodě existuje daleko více barev, než jen jednoduché, které můžeme pozorovat v barevném spektru. Nenajdeme v něm například hnědou, šedou, růžovou, khaki (zelenohnědou) barvu a spoustu dalších. Tyto barvy nazýváme složené a vznikají stejně jako bílé světlo skládáním jednoduchých barev. Pouze je skládáme v různých poměrech nebo neskládáme všechny barvy.

Ukázky spekter různých barev jsou na následujícím snímku.



Barva světla a rozklad světla hranolem

Jednoduché a složené barvy



Všimněte si, že bílý papír neodráží všechny jednoduché barvy spektra stejně. Více odráží modré barvy, méně žluté. Dokázali byste vysvětlit proč tomu tak je a případně, čím je to způsobeno?

Všimněte si, že i černý papír odráží část světla zpět. Odráží je sice v malém množství, ale přece. Ve fyzice se často používá pojem „absolutně černé těleso“. To je těleso, které neodráží vůbec žádné dopadající světlo. Takové těleso je ale jen fyzikálním zjednodušením, ve skutečnosti neexistuje.

Barva světla a rozklad světla hranolem

Spektrofotometr

Ke zjištění, z jakých jednoduchých barev jsou barvy složené, používáme přístroje spektrofotometry. Obrázky na předchozím snímku vznikly jako záznam měření spektrofotometru.



Sestrojte si jednoduchý spektroskop – návod máte na následujícím snímku...

Spektroskop je zařízení, které nám umožňuje pozorovat spektrum. Na rozdíl od něj spektrofotometr umožňuje vlastnosti spektra měřit a zaznamenávat.

Barva předmětů, co je to barva?

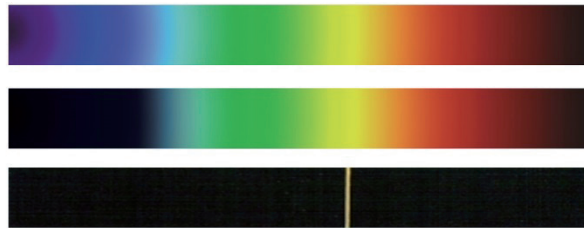
Existují také speciální světelné zdroje, které vyzařují světlo pouze jedné spektrální barvy. Jsou to např. sodíkové výbojky, reklamní „neonové“ trubice nebo lasery.



Výslovnost: lasery [lejzry]

Barva předmětů, co je to barva?

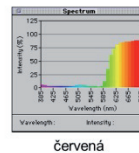
Srovnejte spektrum bílého světla, světla odraženého od žlutého papíru a světla sodíkové výbojky.



Barva předmětů, co je to barva?

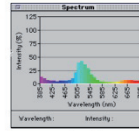
Barva povrchu při osvětlení barevným světlem

V běžném životě jsme zvyklí, že předměty jsou osvětlené bílým denním světlem nebo světlem žárovek či zářivek, jejichž barva se od bílé příliš neliší. Barva předmětů závisí na jejich schopnosti pohlcovat některé barvy a jiné barvy odrazet. Když se podíváme na graf znázorňující, jaké spektrální barvy obsahuje nějaká složená červená barva, zjistíme, že to mohou být téměř všechny barvy spektra s výjimkou zelených odstínů.

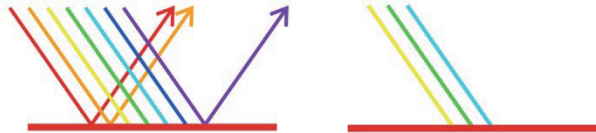


Barva předmětů, co je to barva?

Pokud bude povrch předmětu pohlcovat žlutozelené, zelené a modro-zelené barvy a ostatní bude odrážet, bude se nám jevit jako červený. Ale pouze při osvětlení bílým světlem! Co se stane, když stejný povrch osvětlíme zeleným světlem? Řekli jsme, že zelené barvy se pohltí. Jiné barvy v dopadajícím světle nejsou, od povrchu předmětu se nic neodrazí a předmět se nám jeví tmavý, černý.



zelená



Barva předmětů, co je to barva?

Zkuste přijít na to, jaké barvy musí pohlcovat povrch předmětu, který se nám v bílém světle jeví modrý. Jakým světlem ho musím osvětlit, aby vypadal černý?

Nakreslete pro tento případ podobné obrázky, jako jsou výše pro červený předmět nasvícený postupně bílým a zeleným světlem. Řešení je skryté na následujících obrázcích (klikni).

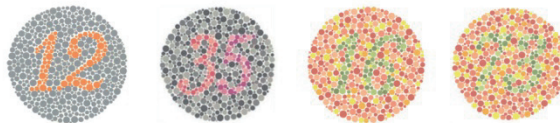


Barva předmětů, co je to barva?

Vnímání barev, barvoslepost

V úvodu jsme se zmínili o barvoslepém člověku. Je těžké se vžít do jeho role, ale víme, že červenou a zelenou nerozliší. Nemůžeme chtít, aby je takto pojmenoval. Vidíme, že s barvou předmětů je to složité. Abychom předmět viděli červený, musí mít povrch určitých vlastností (pohlcuje zelené barvy), musí na něj dopadat správné světlo (nejlépe bílé, ale určité ne zelené) a ještě k tomu musíme mít zdravé oči, které barvy vidí.

Barvoslepost, v lehčím případě porucha barvocitu, se dá zjistit pomocí čtení jednoduchých testovacích obrázků.



Zdroj: http://www.zeleny-zakal.cz/test-zraku?velikost_fontu=1

Barva předmětů, co je to barva?

Jak to může dopadnout, když má člověk barevné brýle...



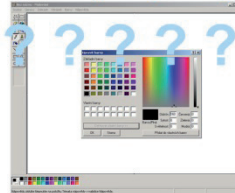
Barva je vjem, který závisí na předmětu, na osvětlení na vlastnostech pozorovatele.

RGB znamená Red – Green – Blue

????????????????

V aplikaci Windows Malování si chceme zvolit svoji pěknou barvu. Jak na to? Každý jistě snadno najde v menu aplikace volbu Barvy -> Upravit barvy... -> Definovat vlastní barvy. Každý jistě také zvládne umístit křížek někam do zobrazené barevné palety, ale co s těmi šesti číselnými políčky vpravo dole? Jaká čísla tam napsat a jak vůbec souvisejí barvy s čísly?

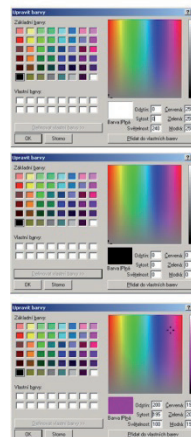
????????????????



RGB znamená Red – Green – Blue

Podíváme se na hodnoty **Červená – Zelená – Modrá**. Raději budeme dále pracovat s mezinárodním označením **RGB (Red – Green – Blue)**. Zkusme ve Windows Malování vybírat barvu a přitom posouvat záměrným křížkem v barevném čtverci a táhlem v barevném sloupci vpravo. Vidíme, že se číselné hodnoty mění. Tři nuly odpovídají černé, třikrát 255 odpovídá bílé. Každou barvu můžeme popsat trojicí čísel z rozmezí 0 až 255. První číslo udává, kolik je v barvě základní červené, druhé číslo udává, kolik je v barvě základní zelené, třetí číslo udává totéž pro modrou.

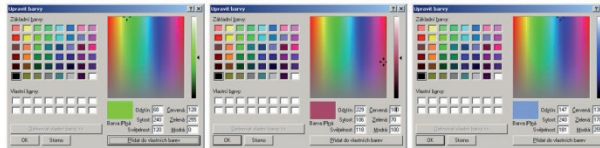
Výslovnost: red [red] - green [grýn] - blue [blú]



RGB znamená Red – Green – Blue

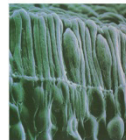
Urči, jaká barva se skrývá pod trojicí 128 255 0 nebo pod trojicí 180 70 100. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapiš ji pomocí čísel RGB.

Řešení je skryté na následujících obrázcích (klikni).

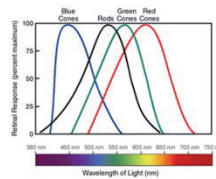


RGB znamená Red – Green – Blue

Proč ale používáme k číselnému zápisu barev právě trojici červená – modrá – zelená? Souvisí to s vlastnostmi lidského oka. V přírodopisu se budete učit, že lidské oko obsahuje dva základní typy buněk citlivých na světlo – **tyčinky a čípky**. Barvy vnímáme pomocí čípků a těch jsou tři druhy citlivé po řadě na červené, zelené a modré světlo. Nejjednodušší způsob, jak nasimulovat v oku barevný vjem třeba při sledování televize, je smíchat konkrétní barvu z červené, zelené a modré. Každou ze tří barev budeme vnímat jedním druhem čípků.



tyčinky a čípky



citlivost světlocitlivých buněk tyčinek (rods) a čípků (cons) na různé barvy světla

Výslovnost: rods [rɒds], cons [kɒns]

RGB znamená – Red – Green – Blue

O lidském zraku se více dovíte v přírodopisu, v kapitole lidské smysly a smyslové orgány

ORGÁNOVÉ SOUSTAVY ČLOVĚKA

Zrak

Do jakého přivítání stane. Pochybuje, že dříve lidé viděli rovnou na přání. Když přišla velká změna, našly ji své. Barvy v světě zůstaly, ale je to už zasloužilý a v barvách se změny byly. Lidé konstantně žijí v podobě. Dopadají Paříž vyhledávají oči přehlednějším roztokem a mají různé typy, aby se rozhodli přinejmenším.

Které vnější síly mohou způsobit poruchu zraku? Jak je možná se sama bránit?

Zrak je nejdůležitějším lidským smyslem. Znamená dopadající světlo, jeho intenzita a barva. Zrakem vnímáme okolní prostředí, přehledně, jejich prostředím uspořádání, pohyb.

Organem zraku je **oko** složené v očnici a chráněné **mozkovou očníkovanou a očníkem**. Vnější je chráněno **tyčinkami a čípkami**. Sliznicí očí tvoří jemná **blána – spojivka**. Do spojivky sliznice dle slzných žláz produkují slzy, které oko zvlhčují, chránějí očnicí a brání pronikání nečistot. Slzy z oka odcházejí slzným kanálkem do nosní dutiny. Oči lidí pohybují **okohybnými svaly**.

Sítětná vrstva oka tvoří bobek pokrvený sítničkou. Jejím úkolem je vyfotografovat světlo do oka. Vnější přechází v barvovou sítničku. Barva sítničky závisí na množství pigmentu. Uprostřed sítničky je krátký otvor **zrakové špičky. Sliznicí očí tvoří jemná **blána – spojivka**. Do spojivky sliznice dle slzných žláz produkují slzy, které oko zvlhčují, chránějí očnicí a brání pronikání nečistot. Slzy z oka odcházejí slzným kanálkem do nosní dutiny. Oči lidí pohybují **okohybnými svaly**.**

Vnější vrstva oka tvoří sítničku. Obsahuje dva typy světlocitlivých buněk (fotoreceptorů) – tyčinky a čípky. Tyčinky umožňují černo-bílé vidění a přehlednější vjem mají při neobvyklém osvětlení. Čípky umožňují barevné vidění, zejména za slabého světla. Jsou tří typů – reagují na červené, zelené nebo modré světlo. Očními barvami vznikají kombinace těchto tří základních.

102

RGB znamená Red – Green – Blue

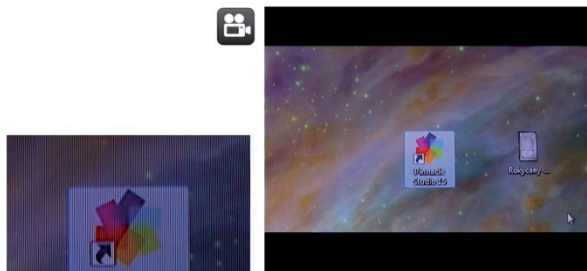
Televizní obrazovka, barevný monitor

Když se podíváš lupou na **televizní obrazovku**, uvidíš, že celá její plocha je složena z malých barevných plošek, které svítí střídavě červeně, zeleně a modře. V místech s červeným obrazem září pouze červené plošky a také v místech, kde je zelená nebo modrá plocha vidíte pouze odpovídající plošky. Ve žlutých místech pozorujete svítící plošky červené a zelené, v oranžových svítí červené více a zelené méně.



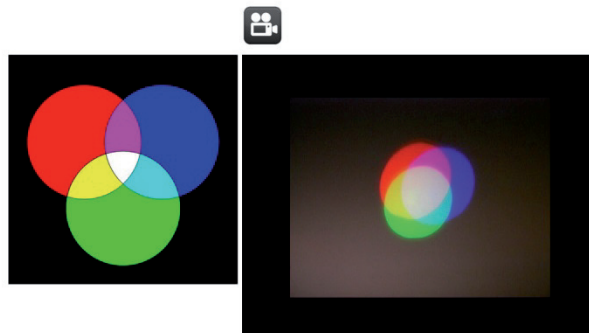
RGB znamená Red – Green – Blue

Právě hodnoty RGB uvádějí, jak moc svítí jednotlivé barevné plošky. Když chceš zobrazit výše zmíněnou zářivě žlutozelenou barvu 130 255 0, musíme červené plošky rozsvítit na polovinu maximálního jasu ($128 = \frac{1}{2} \times 255$), zelené plošky naplno (255) a modré zůstanou zhasnuté (0). Když se podíváš na monitor počítače v místě barevné palety aplikace Windows Malování, uvidíš ty samé plošky tří barev jako na televizní obrazovce a můžeš sledovat jejich jas v závislosti na zobrazené barvě.



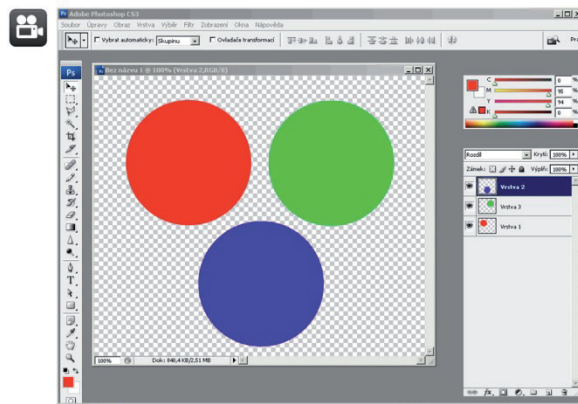
RGB znamená Red – Green – Blue

Pomocí barev RGB nemusíme míchat barvy jen na televizní obrazovce či počítačovém monitoru. Když vezmeme tři světla s červeným, zeleným a modrým světlem, docílíme stejného výsledku.



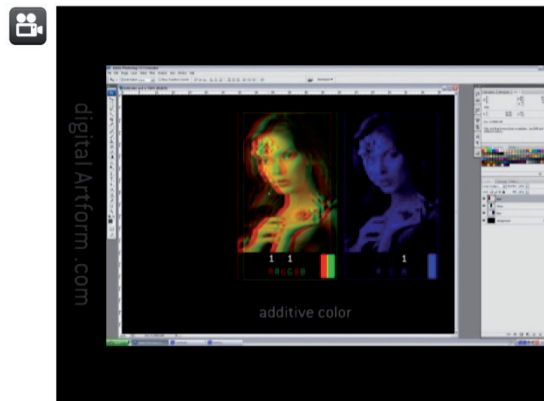
RGB znamená Red – Green – Blue

Míchání barevných světél – simulace RGB světél na počítači



RGB znamená Red – Green – Blue

Míchání barevných světél – vznik reálného obrázku z barev RGB



RGB znamená Red – Green – Blue

RGB zařízení

I další zařízení, která pracují s barvami, je popisují pomocí RGB. Světlocitlivé čipy skenerů, digitálních fotoaparátů nebo videokamer jsou citlivé na červenou, zelenou a modrou stejně jako lidské oko. Ve všech případech, kdy mícháme barevná světla, můžeme použít zápis barvy v RGB.



Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

????????????????

Máte doma inkoustovou tiskárnu k počítači a nakupovali jste do ní někdy barevné inkousty? Pokud jste všímaví, určitě si vybavíte, jaké barvy jsou na krabičce znázorněné. Jsou to barvy jednotlivých náplní a rozhodně to nejsou červená, zelená a modrá. Proč asi?



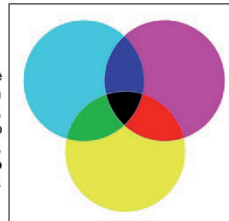
Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Vypnutý monitor nebo obrazovka TV je černý. Když na něm chci něco zobrazit, musím rozsvítit v různém poměru červené, zelené a modré barevné plošky. Pokud budou svítit plošky všech tří barev naplno, uvidím bílou barvu.

Prázdný papír je bílý, nesvíti, pouze se od něj odráží dopadající bílé světlo. Když chci něco vytisknout, nanáším na něj barevné inkousty – azurový, purpurový a žlutý. Pokud smíchám všechny tři inkousty dohromady, bude papír černý.

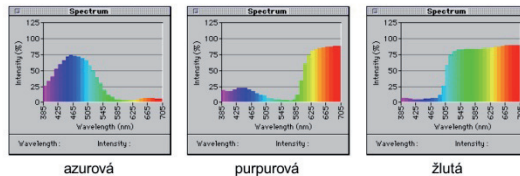


Na obrázku vpravo vidíte míchání barev postupným odebráním červené, zelené a modré z bílého světla pomocí **azurového, purpurového a žlutého inkoustu (CMY)**.



Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

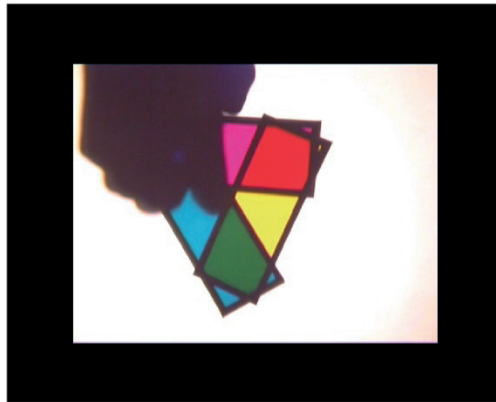
Žlutý inkoust pohlcuje z dopadajícího světla modrou a odráží ostatní, proto se jeví žlutý. Stejně tak azurový inkoust pohlcuje z dopadajícího světla červenou a purpurový inkoust pohlcuje z dopadajícího světla zelenou. Opět mícháme červené, zelené a modré světlo, ale tentokrát je pomocí azurového, purpurového a žlutého inkoustu z dopadajícího bílého světla odebráme.



Pro označení barev použijeme opět mezinárodní označení **CMY (Cyan – Magenta – Yellow)**. Častěji se setkáte s označením **CMYK**. Při tisku se totiž kromě tří barev CMY používá ještě čtvrtá barva – černá pro tisk obvyčejného textu (**black** nebo **Key**).

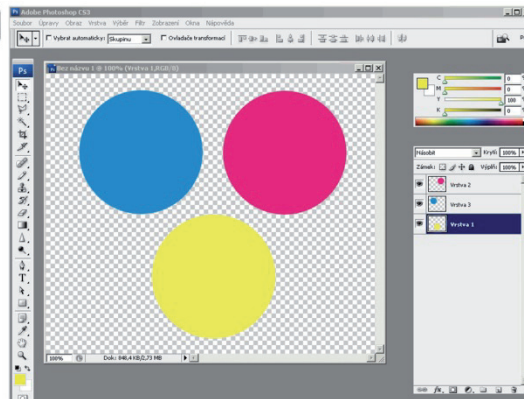
Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Míchání barevných odstínů – CMY filtry



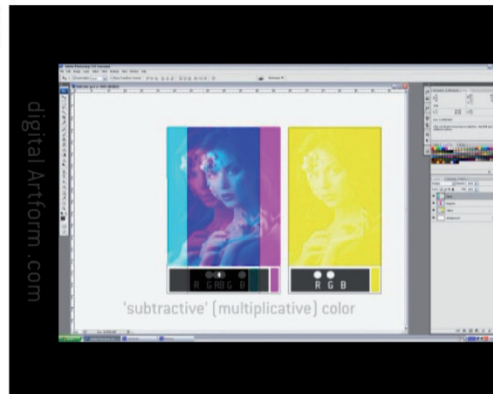
Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Míchání barevných odstínů – simulace CMY filtrů na počítači

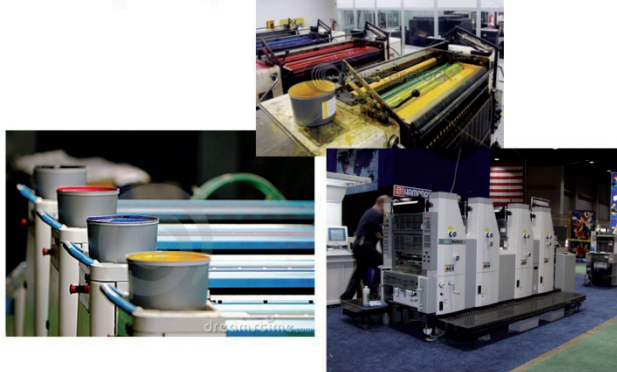


Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Míchání barevných odstínů – vznik reálného obrázku z barev CMY

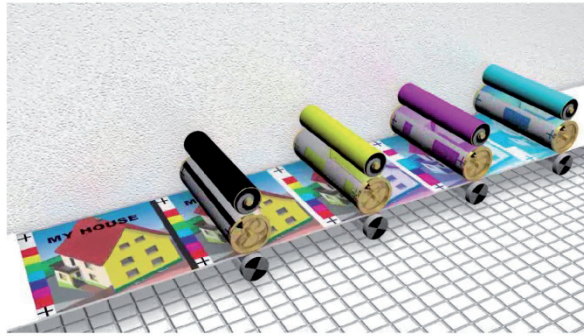


Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK
Ofsetový tiskový stroj



Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Ofsetový tiskový stroj – princip



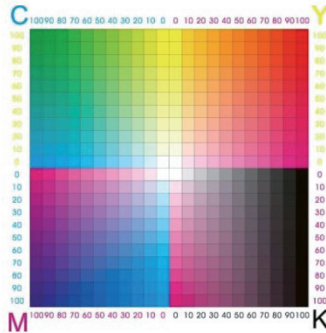
Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Ofsetový tiskový stroj – skutečné zařízení



Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

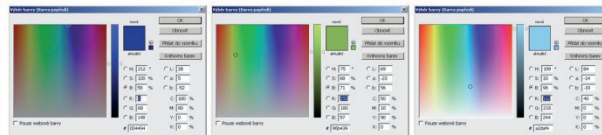
Pro hodnoty CMY se běžně nepoužívají čísla od 0 do 255, ale procenta od 0 % do 100 %, která udávají, jak sytý je daný inkoust. Např. barva CMY 0-50-100 znamená 50% pokrytí purpurovou a 100% pokrytí žlutou. Kdo aspoň jednou maloval vodovkami, snadno odhadne, že výsledkem bude oranžová.



Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

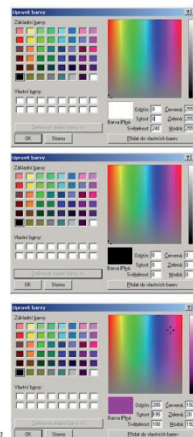
Podobným způsobem jako u barev RGB odhadni, jaká barva se skrývá pod trojicí čísel CMY 100-80-0 nebo pod trojicí 50-10-90. Najdi nějakou světle modrou barvu a zapíš ji pomocí čísel CMY.

Řešení je skryté na následujících obrázcích (klikni).



Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

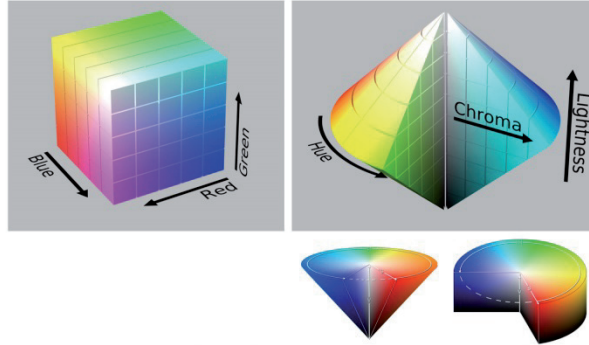
Známe již zápis barvy pomocí RGB a CMY. V aplikaci Windows Malování jsme objevili také hodnoty **Odstín – Sytost – Jas** (mezinárodně **Hue – Saturation – Brightness = HSB**). Sami si můžete ve Windows Malování nebo v jiné grafické aplikaci vyzkoušet, jaké je rozmezí hodnot pro jednotlivá čísla a jak které z nich ovlivňuje výslednou barvu.



Výslovnost: hue [hju] - saturation [saturejšn] - brightness [brajtnes]

Jsou i jiná čísla, než RGB, třeba CMYK

Seznámili jsme se se zápisem barev RGB, CMY a HSB. Všechny barvy, které můžeme pomocí uvedených hodnot zapsat, můžeme také znázornit graficky. Podívejte se na následující obrázky.



Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK



Vyfořili jsme si digitálním fotoaparátem pěknou přírodní scenérii se zelenou trávou a modrou oblohou. Na displeji fotoaparátu vypadá záběr barevně moc hezky. Snímek jsme stáhli do levného starého notebooku, který s sebou občas taháme na výlety, a barvy jsou pryč, zelená je do hněda, obloha také nic moc. Po zobrazení snímku na kvalitním monitoru domácího počítače jsou naštěstí barvy opět v pořádku. Soubor se snímkem nebyl po celou dobu nijak upravovaný, čísla RGB zůstala stále stejná a barvy byly pokaždé jiné. Jak je to možné?



Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Různá zařízení mohou zobrazovat barvy v různé kvalitě.



kvalitní fotoaparát

obyčejný notebook

profesionální monitor

Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK



Na displej obvyčejného notebooku jsou dva základní požadavky – aby byl co nejlevnější a aby vůbec nějaké barvy zobrazoval.



Profesionální monitor výtvarníka nebo fotografa je vyrobený lepší technologií, tři základní barvy červená, zelená a modrá jsou jasné a zářivé. Proto jsou i barvy, které vzniknou jejich smícháním, velice dobře zobrazené. U takového monitoru je kvalitní zobrazování barev základním předpokladem.

Je zřejmé, že ani tři přesná čísla RGB nám nedávají o výsledné barvě jednoznačnou představu, závisí na tom, na jakém zařízení se zobrazí. Říkáme, že RGB je závislé na zařízení.

Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Podobné je to i s barvami CMY. Výsledný odstín bude záviset na kvalitě jednotlivých inkoustů, azurového, purpurového a žlutého. Barvy v reprezentativním časopise na kvalitním papíře budou vypadat jinak, než barvy v obyčejných novinách na zašedlém recyklovaném papíře.



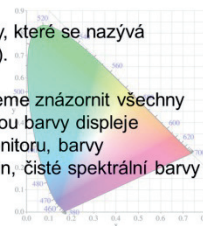
Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Tento problém nedával spát vědcům, kteří se popisem barev zabývají. Definovali různé zápisy barev, které sice nejsou tak názorné, jako RGB nebo CMY, ale mají tu výhodu, že nezávisí na konkrétním způsobu zobrazení.

Jedním z nich je zápis xyY , kde hodnoty x a y společně udávají barevný odstín a sytost dané barvy a Y popisuje její jas. Je ale těžké si představit pod trojicí čísel x , y a Y konkrétní barvu.

Často se proto používá zobrazení hodnot x a y , které se nazývá **chromatický diagram** (chroma = fecky barva).

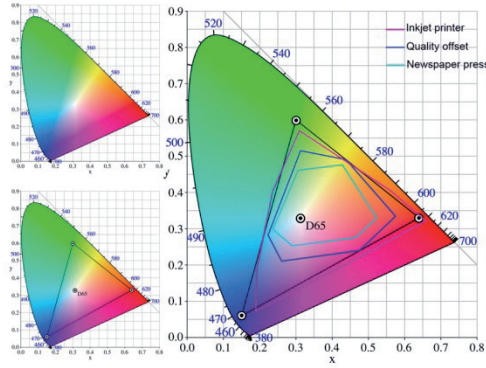
Tento diagram je zajímavý tím, že v něm můžeme znázornit všechny barvy, které dokáže vnímat lidské oko. Ať to jsou barvy displeje laciného notebooku, barvy profesionálního monitoru, barvy novinového tisku, barvy nejkvalitnějších tiskovin, čisté spektrální barvy duhy a spousty dalších.



Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Podívejte se na obrázek chromatického diagramu a uvidíte, že ani nejkvalitnější monitory zdaleka nezobrazí všechny viditelné barvy, natož abychom mohli vytisknout skutečné barvy duhy.

Při zkoumání přiloženého diagramu nezapomeňte na to, že i tento obrázek byl vytištěný na papír případně zobrazený na monitoru počítače nebo promítnutý dataprojektorem, a proto jsou barvy zkreslené a vždy zkreslené budou.



Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Na následujících obrázcích vidíte různé světelné zdroje a různá zařízení, která pracují s barvami. Zkuste o nich něco říct a ukázat, která část chromatického diagramu s nimi souvisí...



Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

????????????????

Tuto větu patrně většina z Vás v nějaké podobě už slyšela. Je to taková základní malířská poučka a při malování vodovkami jste si mnohokrát vyzkoušeli, že funguje. Není to trochu divné? Modrou barvu mám v RGB, žlutou barvu mám mezi barvami CMY, jak smíchám modré světlo a žlutý inkoust?



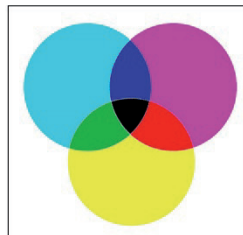
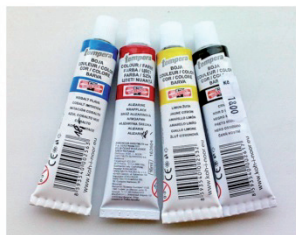
Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

V tomto případě jde pouze o nepřesné nebo ještě lépe nejednoznačné názvosloví. Pojem modrá barva se v běžném životě používá pro mnoho odstínů od modrofialové až po zelenomodrou. I v malířství máme modrých barev spoustu. Namátkou vybíráme z jednoho katalogu olejových barev pro malíře – pruská modř, orientální modř tmavá, francouzský ultramarín tmavý, francouzský ultramarín světlý, kobaltová modř sytá, kobaltová modř pravá, základní phthalocyaninová modř, královská modř, blankytně modřá sytá, blankytně modřá pravá, zářivě modřá, tyrkysová modř.

Series Code	Colour	Series Code	Colour	Series Code	Colour
4	Lemon Yellow	548	Quinacridone Magenta	104	Green Gold
3	Burnt Yellow	488	Permanent Magenta	1	Green Gold
4	089 Cadmium Lemon	192	Cobalt Violet	1	422 Naples Yellow Deep
1	722 Winsor Yellow	489	Permanent Bluish	742	Yellow Ochre Light
2	148 Lemon Yellow Deep	672	Ultramarine Violet	1	744 Yellow Ochre
4	016 Aureolin	720	Winsor Violet (Disacetyl)	562	Rose Shimmer
3	163 Transparent Yellow	321	Indanthrene Blue	2	285 Gold Ochre
4	118 Cadmium Yellow Pale	263	French Ultramarine	1	056 Brown Ochre
3	449 Turner Yellow	667	Ultramarine (Green Shade)	3	547 Quinacridone Gold
1	267 New Gamboge	178	Cobalt Blue	1	074 Burnt Sienna
4	108 Cadmium Yellow	700	Winsor Blue (Red Shade)	3	362 Light Red
1	119 Indian Yellow	010	Antwerp Blue	1	878 Venetian Red
4	111 Cadmium Yellow Deep	626	Phthalocyanine Blue	1	362 Light Red
1	119 Indian Yellow	707	Winsor Blue (Green Shade)	1	056 Brown Madder
1	724 Winsor Orange	142	Cerulean Blue (Flat Shade)	1	362 Light Red
1	106 Cadmium Scarlet	137	Cerulean Blue	1	507 Perylene Maroon
1	623 Winsor Orange Red Shade	376	Manganese Blue Hue	1	476 Perylene Violet
1	108 Cadmium Scarlet	508	Phthalocyanine Blue	1	125 Caput Mortuum Violet
1	607 Cadmium Lake	4	191 Cobalt Turquoise Light	1	554 Van Dyke Brown
1	094 Cadmium Red	4	190 Cobalt Turquoise	1	076 Burnt Umber
1	607 Cadmium Red Deep	4	184 Cobalt Green	1	876 Van Dyke Brown
1	726 Winsor Red	718	Winsor Green (Blue Shade)	1	809 Sepia
4	176 Rose Dore	492	Vindri	1	322 Indigo
3	548 Quinacridone Red	721	Winsor Green (Yellow Shade)	1	465 Payne's Gray
1	120 Winsor Red Deep	620	Teal	1	430 Neutral Tint
1	466 Permanent Alizarin Crimson	460	Perylene Green	1	337 Lamp Black
1	004 Alizarin Crimson	450	Oxide of Chromium	1	331 Ivory Black
1	670 Permanent Carmine	311	Hodger's Green	1	385 Mars Black
1	622 Permanent Rose	503	Permanent Sap Green	1	385 Mars Black
1	607 Opus Master Genuine	442	Olive Green	1	105 Chinese White
1	448 Opus Rose	626	Teal (Yellow Shade)	1	544 Titanium White (Opaque)

Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

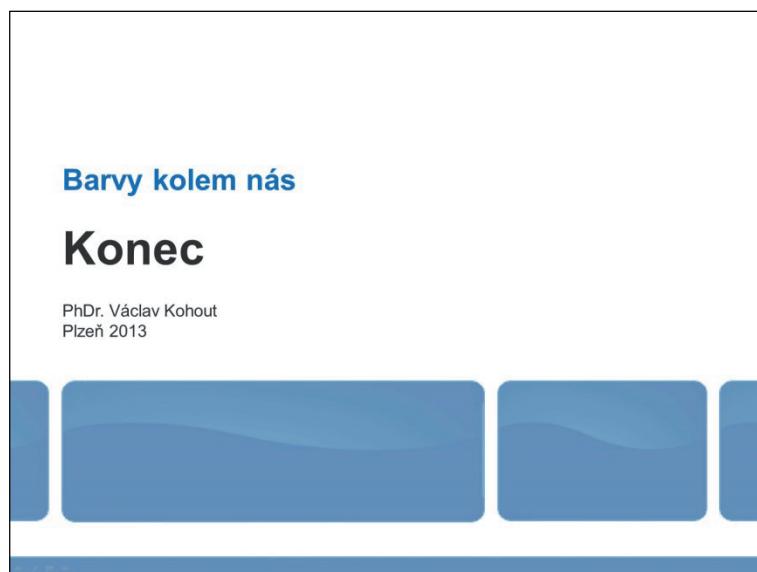
Modrou z nadpisu kapitoly rozumí malíři odstín modré, který my označujeme jako azurovou. Pak je vše jasné a v pořádku. Z obrázku míchání barev CMY je zřejmé, že smícháním azurového a žlutého inkoustu opravdu vznikne zelená barva. Když malíři nebo tiskaři hovoří o základních barvách modré, červené a žluté, mají na mysli barvy, které my označujeme názvy azurová, purpurová a žlutá.



Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

Zkuste pomoci tří základních barev a jejich míchání namalovat nějaký pěkný obrázek. Povolíme Vám ještě čtvrtou barvu – černou. Podaří se Vám to?





8.4.4 Zpracování v podobě sady statických PDF dokumentů doplněných multimédií

Třetí podobou multimediální výukové lekce Barvy kolem nás je statický dokument formátu PDF doplněný o přílohy v podobě sady složek obsahujících rozšiřující textové, obrazové a multimediální soubory. Nebudu zde uvádět konkrétní provedení všech stránek lekce v tomto formátu, protože jsou prakticky totožné s podobou lekce ve formátu interaktivní i-učebnice. Pouze tam, kde v i-učebnici byl odkaz na řešení v podobě skrytých obrázků, textových poznámek, odkaz na rozšiřující video apod., je tato vazba v PDF nahrazena textovým odkazem do složek s rozšiřujícími materiály. Lekce v podobě PDF dokumentu v sobě samozřejmě neobsahuje tlačítka odkazující na jednotlivá multimediální rozšíření, která jsou nativní vlastností interaktivní i-učebnice Nakladatelství Fraus. Stejně jako všechny zpracované materiály se PDF soubor s lekcí Barvy kolem nás nachází na přiloženém DVD.

Stránky lekce jsou v příloze doplněny následujícími textovými a multimediálními soubory ve struktuře uvedené dále.

hlavní složka Prilohy

složka Strana-01

Dokument_Jednotka-sily.pdf

Obrazek_Duha2.jpg

Obrazek_Duha3.jpg

Obrazek_Rozklad-svetla-na-CD.jpg
Obrazek_Rozklad-svetla-na-diamantu.jpg
Poznamka_Jan-Marek-Marci.txt
Poznamka_Vyslovnost_Isaac-Newton.txt

složka Strana-02

Dokument_Spektroskop-navod.pdf
Obrazek_Spektrofotometr3.jpg
Poznamka_Barva-bileho-papiru.txt
Poznamka_Cerna-barva.txt
Poznamka_Spektroskop.txt

složka Strana-03

Obrazek_Spektrum-bile-svetlo.jpg
Obrazek_Spektrum-sodikova-vybojka.jpg
Obrazek_Spektrum-zlute-svetlo.jpg
Poznamka_Vyslovnost_Lasery.txt

složka Strana-04

Obrazek-Reseni1_Odraz-bile-svetlo_modra-deska.png
Obrazek-Reseni2_Odraz-zlute-svetlo_modra-deska.png
Video_Vedec-s-cervenymi-brylemi.mpg

složka Strana-05

Dokument_Zrak-lidske-oko.pdf
Obrazek-Reseni1_RGB_128-255-0.png
Obrazek-Reseni2_RGB_180-70-100.png
Obrazek-Reseni3_RGB_130-170-255.png
Poznamka_Vyslovnost_Red-Green-Blue.txt
Poznamka_Vyslovnost_Rod-Cons.txt

složka Strana-06

Video_RGB-luminofory-detail.mpg
Video_RGB-skladani-barev-obrazek.mpg
Video_RGB-skladani-svetel-experiment.mpg
Video_RGB-skladani-svetel-simulace.avi

složka Strana-07

Obrazek_Inkoustova-naplň-barevna.jpg
Obrazek_Inkoustova-naplň-cerna.jpg

Obrazek_Opakovani-aditivni-skladani-barev.jpg
Obrazek_Tonery-CMYK-velke-baleni.jpg
Poznamka_Vyslovnost_Cyan-Magenta-Yellow.txt
Video_CMY-skladani-barev-experiment.mpg
Video_CMY-skladani-barev-obrazek.mpg
Video_CMY-skladani-barev-simulace.avi
Video_Plnobarevny-tiskovy-stroj.mpg
Video_Princip-plnobarevneho-tisku.mpg

složka Strana-08

Obrazek_HSV_barevny-kuzel.png
Obrazek_HSV_barevny-valec.png
Obrazek-Reseni1_CMY_100-80-0.png
Obrazek-Reseni2_CMY_50-10-90.png
Obrazek-Reseni3_CMY_40-0-0.png
Poznamka_Vyslovnost_Hue-Saturation-Brightness.txt
Video_RGB-rotujici-krychle.mpg

složka Strana-09

zadne-materialy

složka Strana-10

Poznamka_Gamut.txt
Video_Chromaticky-diagram.mpg

složka Strana-11

zadne-materialy

8.4.5 Metodické pokyny k výukovému tématu

Barva světla a rozklad světla hranolem

Cíl

Žák pozná, že bílé světlo lze rozložit na jednoduchá světla spektrálních barev. Seznámí se s rozkladem světla hranolem a ve vodní kapce. Naučí se, že složené světlo nemusí být jen bílé, a seznámí se se spektrem různých složených barev.

Práce s učivem

- Učitel seznámí žáky s historickými fakty – postavou Isaaca Newtona a jeho pokusy v práci s barvami. Popíše a předvede historický pokus rozkladu světla optickým hranolem.
- Žáci sami mohou uvádět příklady, kde se v přírodě i běžných situacích objevuje rozklad barev. Sami pravděpodobně uvedou na jednom z prvních míst duhu. Učitel upřesní vznik duhy a její základní geometrické vlastnosti. Žáci možná sami uvedou také jev sekundární duhy.
- Učitel navede žáky k pojmu složená barva. Žáci sami vymýšlejí, jak vznikají barvy jako hnědá, šedá, růžová, khaki a další. Společně pod vedením učitele navrhnou možnou podobu spekter těchto barev.
- Učitel seznámí žáky s měřicím přístrojem spektrofotometr, zařízením spektroskop a základním rozdílem mezi nimi. Obecně může zmínit rozdíl mezi zařízením typu -metr a -skop.

Upozornění

- Při uvádění různých příkladů na rozklad světla je nutno dát pozor na případné dotazy a komentáře k jevu rozkladu světla na datové vrstvě CD/DVD. Zde se nejedná o rozklad světla lomem, ale ohybem (difrakcí) na optické mřížce. Jev difrakce není nutno podrobně vysvětlovat, ale není možné souhlasit s případným tvrzením, že k rozkladu na CD dochází také lomem světla.

Doplňující informace

- Spektrofotometr umožňuje měřit intenzitu světla jednotlivých vlnových délek a znázorňovat ji případně i graficky. Spektroskop pouze umožňuje pozorovat spektrum různých světél.
- Spektroskop podle přiloženého návodu nevyužívá rozklad světla lomem, ale rozklad světla ohybem na optické mřížce (datová vrstva CD). Z pohledu jeho použití to ale není podstatné.

Rozšiřující materiály

- webový odkaz – Wikipedia – Isaac Newton
- webový odkaz – Wikipedia – newton, jednotka síly
- dokument – definice síly a její jednotka
- textová poznámka – Jan Marek Marci
- textová poznámka – výslovnost Isaac Newton
- obrázek – rozklad světla na broušeném drahokamu

- obrázek – rozklad světla na datové vrstvě CD
- obrázek – duha 1
- obrázek – duha 2
- textová poznámka – spektrum bílého papíru
- textová poznámka – spektrum černého papíru
- obrázek – spektrofotometr
- webový odkaz – webové stránky výrobce spektrofotometrů X-Rite
- dokument – návod na stavbu spektrofotometru
- textová poznámka – rozdíl spektroskop × spektrofotometr

Doporučené experimenty

Rozklad světla hranolem

popis: klasický frontální experiment školské optiky v běžném provedení

pomůcky: optická lavice, zdroj světla, štěrbinu, optický hranol, stínítko

postup: učitel před hodinou sestaví celý experiment a demonstruje žákům vznik barevného spektra na stínítku; zmíní, že se jedná o opakování klasického Newtonova experimentu ze 17. století

Pozorování spekter

popis: žákovský experiment; pozorování spekter různých světelných zdrojů pomocí spektroskopu zhotoveného z CD; učitel přinese již vyrobené spektroskopy, ideálně pro skupinu 2 až 3 žáků jeden; pokud to organizace výuky dovolí, je vhodné, aby si žáci spektroskopy připravili předem sami dle návodu; žáci pozorují spektrum slunečního světla, spektrum žárovky, zářivky, barevných světél s filtrem, spektrum výbojky a dalších světelných zdrojů dle vybavy fyzikálního kabinetu

pomůcky: spektroskopy zhotovené dle návodu; lampa se žárovkou, svítidlo se zářivkou, svítidlo s barevnými filtry, barevné plynové výbojové trubice a další světelné zdroje

postup: učitel rozdělí žáky do skupinek podle počtu spektroskopů; rozdá jim zařízení a postupně je vyzve k pozorování spekter připravených světelných zdrojů

Barva předmětů, co je to barva?

Cíl

Žák pozná, že vnímaná barva povrchu nezávisí pouze na vlastnostech tohoto povrchu, ale také na osvětlení a na vlastnostech pozorovatele. Seznámí se s barvoslepostí a možnostmi jejího zjišťování.

Práce s učivem

- Učitel naváže na předchozí experiment s pozorováním spekter barevných světél a vysvětlí žákům pojem barevného filtru.
- Žáci pokračují v pozorování spektra různých barev a srovnávají spektrum žlutého světla vzniklého použitím žlutého filtru a žlutého světla sodíkové výbojky, resp. zeleného světla po průchodu zeleným filtrem a zeleného světla laseru.
- Žáci sami vlastní úvahou pod vedením učitele dospějí k tomu, jak se bude jevit červený povrch v zeleném světle, případně, jak se bude jevit modrý povrch ve žlutém světle. Učitel má v lekci k dispozici schematické nákresy, některé odkryté jiné skryté.
- Učitel seznámí žáky s barvoslepostí, testy barvocitu. Žáci sami mohou odhadovat, jak uvidí barevné povrchy barvoslepý člověk.
- Závěrem tématu je tvrzení, že barva závisí na vlastnostech povrchu, na barvě osvětlení a na vlastnostech pozorovatele.

Upozornění

- Při práci s laserovými ukazovátky, zejména se zeleným laserem, je třeba dbát na bezpečnost a ochranu zdraví a nikdy nesměrovat laserový paprsek někomu do očí.

Doplňující informace

- Pro odreagování žáků je možno zařadit video, ve kterém je zábavnou formou zachyceno zkreslené vnímání barev při pozorování barevnými brýlemi.
- Obrazce pro testování barvocitu mohou využít žáci sami, na internetu na vloženém odkazu je možno najít daleko více těchto obrazců v lepší kvalitě. V případě dostatku času je možno je využít a laicky otestovat barvocit žáků.

Rozšiřující materiály

- textová poznámka – výslovnost lasery
- obrázek – spektrum bílého světla
- obrázek – spektrum světla po odrazu od žlutého papíru
- obrázek – spektrum světla sodíkové výbojky
- obrázek – schéma odrazu bílého světla od modrého povrchu
- obrázek – schéma odrazu žlutého světla od modrého povrchu
- video – zkreslené vnímání barev červenými brýlemi
- webový odkaz – zdroj testů barvocitu

Doporučené experimenty

Pozorování barev různobarevnými filtry

popis: žákovský experiment, pozorování změny barevného podání barevných povrchů při jejich pozorování různobarevnými filtry; barevné kombinace podle dostupných povrchů a filtrů

pomůcky: barevné filtry pro aditivní a subtraktivní míchání světla, barevné brýle a barevné samolepky

postup: učitel rozdělí žáky do skupinek nejlépe po 2 až 3, rozdá jim barevné filtry; žáci s nimi pozorují různé povrchy, nejjednodušší je pozorovat oblečení žáků, na kterém jsou většinou zastoupeny všechny základní barvy; žáci mají dospět zejména k závěru týkajícímu se doplňkových barev

Testování barvocitu

popis: žákovský experiment; pozorování předloh pro testy barvocitu; pouze laické vyhodnocování pozorování

pomůcky: předlohy pro testování barvocitu, lze vytisknout z webové stránky odkazované v multimediální lekci

postup: učitel ukazuje žákům předlohy barvocitu a ti zkouší přečíst znázorněné číslice

Pozorování barev při různobarevném osvětlení

popis: žákovský experiment; pozorování změny barevného podání barevných povrchů při jejich osvětlení různobarevnými světly; barevné kombinace podle dostupných povrchů a světel

pomůcky: barevná světla, barevné povrchy

postup: experiment vyžaduje zatemnění učebny, jinak jsou výsledky pozorování výrazně zkresleny dopadajícím bílým denním světlem; učitel rozdělí žáky do skupinek, rozdá jim různobarevné zdroje světla; žáci jimi osvětlují různé povrchy, nejjednodušší je pozorovat oblečení žáků, na kterém jsou většinou zastoupeny všechny základní barvy; žáci mají dospět zejména k závěru týkajícímu se doplňkových barev (jedná se o analogii prvního experimentu popsaného v tomto tématu)

RGB znamená Red – Green – Blue

Cíl

Žák se seznámí se zápisem barev pomocí hodnot RGB, s principem barevné televizní obrazovky. Žák pozná důvod používání RGB zápisu, kterým je trichromatické lidské vidění.

Práce s učivem

- Učitel využije žákovské počítače, jsou-li k dispozici, případně demonstruje aplikaci Windows Malování na počítači připojeném v učebně k interaktivní dotykové tabuli nebo k datovému projektoru. Ukáže zadávání barev pomocí hodnot RGB.
- Žáci samostatně zkoušejí namíchat různé odstíny barev a zjišťují, jaké jim odpovídají RGB hodnoty. Několik ukázek takových barev včetně odpovídajících RGB hodnot je uvedeno ve výukovém materiálu.
- Učitel žáky seznámí s principem trichromatického lidského vidění a s jeho souvislostí se zápisem barvy pomocí RGB.
- Žáci samostatně pozorují lupou nebo i prostým okem vzhled barevného LCD monitoru počítače nebo notebooku/netbooku. Sami ho popíší a přijdou se závěrem, že obsahuje luminofory tří základních barev.
- Učitel seznámí žáky s více druhy zařízení, která používají RGB kódování barev. Žáci společně s učitelem diskutují o použití těchto zařízení.

Doplňující informace

- Informace o třibarevném lidském vidění není nutno rozebírat příliš detailně, nicméně je možné v případě dostatku času zařadit i popis stavby lidského oka a funkce jeho jednotlivých částí.

Rozšiřující materiály

- textová poznámka – výslovnost red, green, blue
- obrázek – barva RGB 128 255 0
- obrázek – barva RGB 180 70 100
- obrázek – světlemodrá barva a její RGB zápis
- dokument – stavba a funkce lidského oka
- textová poznámka – výslovnost rod, cons
- webový odkaz – zdroj informací o citlivosti různých druhů barvocitlivých čípků
- video – detail luminoforů na LCD monitoru
- video – míchání barevných světél v reálném experimentu
- video – míchání barevných světél, simulace na PC
- video – míchání barevných světél, podoba reálného plnobarevného obrázku

Doporučené experimenty

Ověření RGB míchání barev

popis: žákovský experiment, pozorování konkrétních barev a jejich RGB reprezentace na žákovských počítačích v aplikaci Windows Malování

pomůcky: žákovské počítače s nainstalovanou aplikací Windows Malování

postup: žáci samostatně nastavují různé barvy a sledují jejich RGB reprezentaci; mohou zadávat barvy podle pokynu učitele

Pozorování luminoforů na barevném LCD monitoru

popis: žákovský experiment; žáci pozorují chování barevných luminoforů na monitoru při zobrazování různých barev

pomůcky: LCD barevný monitor, lupa

postup: žáci pozorují pod dohledem učitele vzhled luminoforů LCD monitoru při zobrazování různých barev

Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK

Cíl

Žák se seznámí se zápisem barev pomocí hodnot CMYK a s principem plnobarevného tisku. Žák se okrajově seznámí se zápisem barev pomocí hodnot HSB.

Práce s učivem

- Učitel porovná zobrazení barev na monitoru a na papíře, zdůrazní rozdíly mezi mícháním barevných světél a mícháním barevných inkoustů.
- Seznámí žáky s českým i anglickým pojmenováním barevných inkoustů azurová, purpurová a žlutá – CMY, které jsou opakem primárních barev červená, zelená, modrá – RGB.
- Žáci se seznámí s principem čtyřbarevného ofsetového tiskového stroje na základě připojených videosekvencí.
- Žáci se na základě svých zkušeností s barvami pokoušejí odhadnout, jaký odstín budou mít konkrétní barvy zadané pomocí hodnot CMY.
- Učitel zmíní barevný model HSB, žáci samostatně experimentují s tímto zápisem v aplikaci Windows Malování.

Doplňující informace

- Princip čtyřbarevného ofsetového tiskového stroje – CMYK
- Lze uvést základní důvody používání čtvrté, černé barvy K – ekonomika tisku, tisk textové černé barvy, kvalitnější podání černé barvy v obrázcích ve stínech.

Rozšiřující materiály

- obrázek – černý inkoust pro stolní tiskárny
- obrázek – barevné inkousty pro stolní tiskárny
- obrázek – velké balení barevných tonerů pro produkční malonákladovou tiskárnu

- obrázek – připomenutí míchání barev RGB
- video – míchání barevných inkoustů (zde filtrů) v reálném experimentu
- video – míchání barevných inkoustů, simulace na PC
- video – míchání barevných inkoustů, podoba reálného plnobarevného obrázku
- textová poznámka – výslovnost cyan, magenta, yellow
- video – princip čtyřbarevného ofsetového tisku
- video – reálný čtyřbarevný ofsetový tiskový stroj
- obrázek – barva CMY 100 80 0
- obrázek – barva CMY 50 10 90
- obrázek – světlemodrá barva a její CMY zápis
- textová poznámka – výslovnost hue, saturation, brightness
- video – rotující RGB krychle
- obrázek – zobrazení prostoru HSB jako válec
- obrázek – zobrazení prostoru HSB jako kužel

Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK

Cíl

Žák pozná fakt, že zápisy barev RGB i CMYK jsou závislé na konkrétním zařízení. Seznámí se se zápisem barev, který tento nedostatek nemá, a s chromatickým diagramem.

Práce s učivem

- Učitel využije motivačního textu ze začátku kapitoly, aby přiměl žáky k diskusi nad různým vzhledem stejného obrázku při jeho zobrazení různými zařízeními.
- Podobnou situaci, tj. zobrazování jednoho obrázku různými zařízeními, může předvést v reálu při promítnutí obrázku datovým projektoem, zobrazením téhož obrázku na kvalitním monitoru a případně ještě ukázaním stejného obrázku vytištěného na papíře.
- Žáci samostatně srovnávají barevnost několika různých tiskovin rozdílné kvality, které jim poskytne vyučující.
- Učitel seznámí žáky s existencí barevného prostoru xyY a zejména s chromatickým diagramem. Ukáže jim barevné gamuty různých zařízení RGB i CMYK.
- Na závěr této kapitoly učitel ukazuje žákům různá zařízení či obrázky jevů souvisejících s barvami a žáci na základě dosud získaných informací tato zařízení či jevy charakterizují, popisují, zda se jedná o RGB nebo CMYK zařízení, ukazují, kde se v chromatickém diagramu nacházejí příslušné barvy apod.

Rozšiřující materiály

- textová poznámka – definice pojmu gamut, výslovnost gamut
- video – chromatický diagram

Doporučené experimenty

Porovnávání podání barev různými zařízeními

popis: frontální i žakovský experiment, pozorování konkrétních barev a jejich zobrazování na různých typech monitorů, datových projektorů, srovnávání různých zobrazení stejných obrázků

pomůcky: více druhů monitorů – starý CRT, kvalitní LCD (PVA, IPS) apod., obyčejné LCD notebooku/netbooku, datový projektor

postup: učitel zobrazuje stejný obrázek na různých zařízeních, žáci samostatně hodnotí a popisují kvalitu barevného podání a jeho rozdíly

Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou...

Cíl

Žák samostatnou prací ověří, že teoretické poučky o míchání barev v barvovém prostoru CMYK jsou skutečně platné.

Práce s učivem

- Učitel ozřejmí žákům terminologické nejednotnosti v názvech barev modrá × azurová apod. a tím vysvětlí smysl názvu kapitoly.
- Učitel zadá žákům samostatnou výtvarnou práci. Mají za úkol namalovat plnobarevný obrázek dle vlastní volby při použití pouhých čtyř temper základních barev.
- Žáci samostatně pracují.

Doporučené experimenty

Malba čtyřmi základními barvami

popis: žakovský experiment, vytvoření malby dle vlastního nápadu pouhými čtyřmi základními barvami – azurovou, purpurovou, žlutou a černou

pomůcky: tempery zhruba odstínů CMYK: azurová = kobalt imitace, purpurová = alizarin, žlutá = žluť citrónová, čern kostní, běžné potřeby na malování

postup: učitel zopakuje princip míchání barev, žáci samostatně zpracují malbu, na závěr je možno provést hodnocení maleb a hlasování o vítězi nejhezčího obrázku

9 Závěr a zhodnocení dosažených cílů

Primárním cílem této disertační práce byla realizace pedagogického výzkumu týkajícího se dostupnosti technologie interaktivních dotykových tabulí na základních školách v České republice, a to formou plošného dotazníkového šetření. Výzkum proběhl za pomoci online dotazníku a bylo osloveno více než 3 000 základních škol a nižších stupňů víceletých gymnázií. Byla zkoumána technická vybavenost škol touto moderní technologií a zejména pak frekvence užití různých typů softwarových aplikací při užití interaktivních tabulí. Získané výsledky prošly podrobným statistickým zpracováním a byly v práci prezentovány v podobě tabulek i názorných grafů.

Druhým hlavním cílem práce bylo zpracování ukázkového mezipředmětového výukového tématu do podoby multimediální výukové lekce. Za obsah výukového tématu jsem zvolil problematiku barev z pohledu fyziky, informatiky a výpočetní techniky, přírodopisu a výtvarné výchovy. Připravovanou lekci jsem nazval Barvy kolem nás.

Nejprve jsem analyzoval základní kurikulární dokument Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy – Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV, 2007), (RVP ZV, 2013). Cílem této analýzy bylo zjištění výskytu pojmu barva a pojmů s barvou souvisejících v obsahu učiva vybraných vyučovacích předmětů. Analýzou prošlo také několik řad českých učebnic fyziky, přírodopisu a informatiky a výpočetní techniky. Tato analýza posloužila ke stanovení běžného řazení učiva na českých základních školách. Pro analýzu RVP ZV a běžného řazení učiva jsem využil dílčí závěry své rigorózní práce (Kohout, 2011). Následně jsem též sestavil odborný obsah výukového tématu, úvod do studia kolorimetrie.

Na základě všech dílčích výsledků jsem zpracoval multimediální výukovou lekci v několika různých podobách – interaktivní i-učebnice, powerpointová prezentace a sada PDF dokumentů s přidanou sadou multimédií. Součástí zpracování jsou rovněž podrobné metodické pokyny pro využití této lekce ve výuce.

9.1 Splnění dílčích cílů práce

Během přípravy a realizace dotazníkového průzkumu týkajícího se rozšíření interaktivních dotykových tabulí na základních školách v České republice a během prací na mezipředmětovém výukovém tématu Barvy kolem nás jsem postupně plnil všechny dílčí cíle vytyčené na začátku práce.

9.1.1 Výzkum způsobu používání interaktivních dotykových tabulí na základních školách

Zrealizoval jsem plošný výzkum v rámci České republiky, jehož cílem bylo zjištění stavu používání interaktivních dotykových tabulí na základních školách a zjištění míry užití různých typů softwarových aplikací při práci s těmito tabulemi. Výzkum probíhal formou online dotazníku nástrojů Google Docs. Kromě informací o užití interaktivních tabulí jsem do dotazníku zařadil také otázky týkající se používání o jednu generaci starší technologie, tj. dataprojektorů a televizí připojených k počítači. Zpracoval jsem osnovu dotazníku a jeho pilotní verzi. Tuto verzi jsem ověřil v předvýzkumu na menší skupině respondentů a na základě jejich odezvy jsem dotazník finalizoval. Dotazník byl následně rozeslán na téměř 3 300 emailových adres.

Z výsledků výzkumu je zřejmé, že interaktivní dotykové tabule jsou výukovým prostředkem na školách velmi rozšířeným a používaným a má smysl připravovat výukové lekce určené primárně pro užití na takových tabulích. Pouze 1 % škol respondentů nepoužívá ve výuce žádnou dotykovou tabuli. 93 % škol v rámci České republiky vlastní a používá více než jednu takovou tabuli. Nejužívanějšími typy softwarových aplikací jsou aplikace dodávané přímo výrobcem tabule, prezentační aplikace typu MS PowerPoint, prohlížeče různých druhů dokumentů a prohlížeče pro přístup k internetu. V druhém sledu pak jsou specializované aplikace pro výuku prostřednictvím dotykových tabulí typu i-učebnic a multimediální přehrávače. Z těchto typů aplikací jsem se rozhodl připravit multimediální výukovou lekci ve formátu klasické i-učebnice, ve formátu PowerPoint a jako sadu statických dokumentů. Přístup pomocí aplikací dodávaných výrobcem a pomocí prohlížečů internetu jsem nevyužil z důvodů uvedených výše v práci.

9.1.2 Zpracování vzorového mezipředmětového tématu

Vytyčené dílčí cíle, tj. analýzu RVP ZV, rozbor řazení učiva v českých učebnicích, sestavení odborného a výukového obsahu výukové lekce i vytvoření vlastní lekce jsem beze zbytku splnil.

V rámci analýzy RVP ZV jsem vytipoval vzdělávací oblasti a obory, s nimiž souvisí pojem barvy. Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda jsem se zabýval vzdělávacími obory Fyzika, Přírodopis a Chemie. Po analýze jsem dospěl k závěru, že obsah vzdělávacího oboru Chemie nebude do práce kvůli celkové přílišné šíři učiva již zařazovat. Vzdělávací oblast Informační a komunikační technologie obsahuje jediný vzdělávací obor téhož názvu. Dospěl jsem k názoru, že tento obor je integrální součástí mého tématu Barvy

kolem nás. Ve vzdělávací oblasti Člověk a kultura jsem navrhoval zařadit učivo ze vzdělávacího oboru Výtvarná výchova.

Pro vzdělávací obor Fyzika jsem zanalyzoval pět sad učebnic – sadu Nakladatelství Fraus, nakladatelství Prometheus (2 sady), nakladatelství Scientia a SPN – pedagogické nakladatelství. Pro vzdělávací obor Přírodopis jsem zpracoval přehled výukových témat ze dvou řad učebnic – Nakladatelství Fraus a SPN – pedagogické nakladatelství. Vzhledem k bouřlivému rozmachu vědění ve vzdělávacím oboru Informační a komunikační technologie jsem se v tomto oboru zabýval pouze jednou sadou učebnic, tou nejnovější od nakladatelství Computer Media. Pro obor Výtvarná výchova jsem neanalyzoval žádné učebnice. Dospěl jsem k závěru, že většina učebnic dodržuje z významné části takové řazení učební látky, jaké se používá ve školách již dlouhou dobu. V souladu s tímto poznatkem a konkrétním řazením témat souvisejících s výukovou lekcí Barvy kolem nás jsem navrhl optimální zařazení tohoto tématu na druhé pololetí sedmého ročníku základní školy.

Na základě znalostí z fyziky, přírodopisu a kolorimetrie, které jsem získal v průběhu předchozího studia a zejména během let své praxe, jsem zpracoval historii nauky o barvách a úvod do ní. Všechny poznatky jsem si průběžně ověřoval v aktuální odborné literatuře a doplňoval je obrazovým doprovodem vesměs čerpaným z této literatury nebo jí inspirovaným. Veškeré informace o barvách, s výjimkou několika specifických matematických poznámek, jsem již při sestavování této kapitoly volil a zpracovával tak, aby byly odbornou úrovní přístupné žákovi druhého stupně základní školy.

Ze základů teorie barev a související látky fyziky, přírodopisu a informatiky a výpočetní techniky jsem s přihlédnutím k obsahu analyzovaných RVP ZV a k obsahu analyzovaných učebnic sestavil svůj vlastní scénář výukové lekce Barvy kolem nás. Do této lekce jsem zahrnul i závěry z pilotního ověření předchozí lekce ve výuce a připomínky kolegů a posluchačů přednášek prezentujících danou problematiku. Původní textový obsah jsem rozšířil o návrh využití obrazových a multimediálních objektů a současně s tím jsem navrhl zařazení různých drobných experimentů typu pozorování spektroskopem.

Zmíněný scénář jsem zpracoval nejprve do podoby multimediální výukové lekce za pomoci softwarové aplikace FlexiBookComposer, kterou vyvinulo Nakladatelství Fraus. Poté jsem přistoupil k přepracování lekce do podoby prezentace v aplikaci MS PowerPoint a do podoby statického PDF dokumentu s přidanými multimediálními soubory. Na základě interaktivní podoby lekce ve formátu i-učebnice jsem vytvořil

odpovídající ekvivalent v podobě powerpointové prezentace včetně odkazů na skryté obrázky, textové poznámky a videa. Úprava do podoby statického PDF spočívala zejména v odstranění odkazů na interaktivní prvky a jejich nahrazením textovými odkazy na příložené obrázky, poznámky či videa.

9.2 Splnění základních cílů práce

Základní cíl mé disertační práce – zmapování stavu používání moderní didaktické techniky, kterou jsou interaktivní dotykové tabule, na druhém stupni základních škol v České republice – i další související cíl – zpracování vzorového mezipředmětového výukového tématu pro druhý stupeň základních škol a nižší stupeň víceletých gymnázií, které bude účinně demonstrovat možnosti moderních technických výukových prostředků, interaktivních dotykových tabulí při výuce – byl beze zbytku splněn. Zmapování stavu používání interaktivních tabulí jsem realizoval výzkumem za pomoci online dotazníků šířených prostřednictvím internetu. Na základě zpracovaného úvodu do kolorimetrie, výsledků dotazníkového výzkumu, analýzy vzdělávacích dokumentů a sad učebnic jsem navrhl a zpracoval multimediální výukovou lekci pro několik různých softwarových aplikací. Při zpracování výukové lekce jsem zohledňoval poznatky z dřívějšího vývoje obdobné lekce a jejího pilotního ověření, které proběhlo v rámci mé rigorózní práce (Kohout, 2011).

9.3 Další možnosti pokračování výzkumu

Můj pedagogický výzkum týkající se užívání interaktivních dotykových tabulí na základních školách v České republice je možné přirozeně dále rozvíjet. Obdobný výzkum je možno zrealizovat na středních či vyšších odborných školách a srovnávat vybavenost různých druhů školských institucí u nás.

Daleko zajímavější však je zopakovat tento výzkum ve stejném nebo velmi podobném provedení za nějaký časový úsek, např. za dva roky a sledovat, jak pokročilo vybavení škol moderními didaktickými technologiemi za toto období. Vzhledem k tomu, že již nyní vlastní dotykovou tabuli naprostá většina škol, bude vhodné se zaměřit zejména na způsoby využívání těchto tabulí, na softwarové aplikace, které jsou vyučujícími používány. S přihlédnutím k tomuto potenciálnímu budoucímu cíli je možné dotazník mírně rozšířit či modifikovat a doplnit jej o otázky týkající se právě budoucího časového vývoje některých sledovaných skutečností.

Obdobným způsobem, jako jsem realizoval srovnání stavu z roku 2011 (Dufek, 2011) a současnosti popsané v mé práci, je možné následně zrealizovat srovnání např. stavu roku 2015 a 2013. Pokud bych dokázal analogický dotazníkový výzkum zrealizovat každé dva roky, bylo by možné po několika opakováních tohoto výzkumného úkolu sestavit dlouhodobý trend vývoje vybavenosti základních škol v České republice technologií dotykových tabulí. Související otázkou však zůstává, jak dlouho bude tato technologie ještě na školách užívána a zda nebude v průběhu několika let nahrazena něčím jiným, ještě modernějším.

Již nyní je například zřejmý příklon některých technologických firem k užívání tabletů 1 : 1 při výuce a k upozaďování významu třeba právě dotykových tabulí a jiných prostředků podporujících klasickou frontální výuku.

9.4 Další plánovaný vývoj výukové lekce Barvy kolem nás

Výuková lekce vznikla v původní podobě jako produkt mé rigorózní práce a byla ověřena pilotní výukou na Základní škole L. Kuby v Českých Budějovicích. V rámci disertační práce byla mimo jiné tato multimediální lekce přepracována, transformována do různých formátů podle závěrů zrealizovaného dotazníkového výzkumu o používání interaktivních dotykových tabulí na školách. Další vývoj této lekce pro žáky druhého stupně základní školy již nepovažuji za přínosný. Lekce je nyní finalizována a je možné ji využívat pro zařazení do výuky fyziky či informatiky a výpočetní techniky nebo pro zařazení do výuky v podobě samostatného tematického dne. Přirozeně je možné lekci transformovat pro použití v jiných softwarových aplikacích, které se mohou díky bouřlivému vývoji v informačních technologiích i v blízké budoucnosti vyskytnout.

Na několika místech této práce jsem zdůrazňoval, že nauka o barvách musí být žákům základní školy podána pouze kvalitativní formou bez jakéhokoli matematického odvozování a výpočtů. Jsem toho názoru, že na střední škole gymnaziálního typu mají žáci ve vyšších ročnících k dispozici takový matematický aparát a takové znalosti z fyziky a informatiky a výpočetní techniky, že by bylo možné téma Barvy kolem nás pojmout daleko hlouběji a propracovaněji. Jedním z možných směrů vývoje mezipředmětového výukového tématu Barvy kolem nás do budoucna je zpracování jeho obsahu na úrovni středních škol a ověření takto zpracované výukové lekce v pilotní výuce na zvoleném gymnáziu.

Rád bych také o vývoji své výukové lekce informoval pedagogickou veřejnost na odborných konferencích, kterých se zúčastním, a pokusím se o publikování této práce.

Jsem přesvědčený, že pojem barva je ideálním příkladem tématu, který se prolíná všemi oblastmi lidského konání, dotýká se prakticky všech výukových oblastí a přitom je žákům i z běžného života natolik blízký, že jeho vhodná prezentace je zcela jistě zaujme.

Seznam použité literatury a online zdrojů

Obecné zdroje, pedagogická literatura, vzdělávací dokumenty

- [1] *Anketovník.cz – Vaše Online Průzkumy, Dotazníky a Ankety* [online]. Česká republika, 2012. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.anketovnik.cz/>>.
- [2] *Atlas školství – ...kam na školu* [online]. Brno: P.F.art, 2013. [cit 2013-05-10]. Dostupné z URL <<http://www.atlaskolstvi.cz/>>.
- [3] BADILLA QUINTANA, M. G. Teacher uses and perceptions of interactive whiteboard incorporation in Spanish Classrooms. *Ubiquitous Learning*. Volume 4, Issue 2, 2012, Pages 69–79.
- [4] BANNISTEROVÁ, D. a kol. *Jak nejlépe využít interaktivní tabuli*. [online] Brussels: European Schoolnet, 2010. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z URL <http://moe.eun.org/c/document_library/get_file?uuid=f44dab6b-6a5c-4aba-8949-eda634b3c56d&groupId=10620>.
- [5] BRDIČKA, B. *ICT ve vzdělávání 2013 – nový průzkum Evropské komise*. [online]. Praha: EDUin, 2013. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z URL <<http://ceskomluvi.cz/ict-ve-vzdelavani-2013-novy-pruzkum-evropske-komise/>>.
- [6] COUFALOVÁ, J. *Projektové vyučování pro první stupeň základní školy: Náměty pro učitele*. 1. vydání. Praha: Fortuna, 2006. 136 s. ISBN 80-7168-958-0.
- [7] ČÁBALOVÁ, D. *Pedagogika*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2011. 272 s. ISBN 978-80-247-2993-0.
- [8] DEMČÁK, M. *Vyplňto.cz – řešení pro váš internetový průzkum* [online]. Praha: Ing. Marek Demčák, 2013. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.vyplnto.cz/>>.
- [9] *Disk Google – Formuláře* [online]. Mountain View (CA): Google, Inc., 2013. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.google.com/intl/cs/drive/apps.html#forms>>.
- [10] *Dotazník-online – ...jak na dotazník* [online]. Česká republika, 2007. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.dotaznik-online.cz/>>.
- [11] DUFEK, Ondřej. *Interaktivní tabule ve výuce fyziky*. Diplomová práce. [online] Brno: Masarykova univerzita, Fakulta pedagogická, Katedra fyziky, 2011. [cit. 2014 06 01]. 67 l., 13 l. příl. Vedoucí diplomové práce Mgr. Renáta Bednářová. Dostupné z URL <http://is.muni.cz/th/174422/pedf_m/diplomova_prace.pdf>.
- [12] GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. 2. rozšířené vydání. Brno: Paido, 2010. 262 s. ISBN 978-80-7315-185-0.

- [13] HALL, I., HIGGINS, S. Primary school students' perceptions of interactive whiteboards. *Journal of Computer Assisted Learning*. Volume 21, Issue 2, April 2005, Pages 102–117.
- [14] HUČÍN, J., KAŠPAROVÁ, V. *Využívání ICT při výuce – interaktivní tabule*. [online]. Praha: Dictum, 2009. [cit. 2013-06-01]. Dostupné z URL <<http://www.tydenik-skolstvi.cz/archiv-cisel/2009/26/vyuzivani-ict-pri-vyuce-interaktivni-tabule-dokonceni/>>.
- [15] CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu, Základy kvantitativního výzkumu*. 1. vydání. Praha: Grada Publishing, 2007. 268 s. ISBN 978-80-247-1369-4.
- [16] JEŘÁBEK, J. a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami provedenými k 1. 7. 2007)* [online]. Celková gešce přípravy dokumentu – Jaroslav Jeřábek, Jan Tupý. Praha: VÚP, 2007. [cit 2011-02-15]. Dostupné z URL <http://www.msmt.cz/uploads/soubory/zakladni/ SP_RVPZV_2007.zip>.
- [17] JEŘÁBEK, J. a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (se změnami provedenými k 1. 9. 2010)* [online]. Celková gešce přípravy dokumentu – Jaroslav Jeřábek, Jan Tupý. Praha: VÚP, 2010. [cit 2013-02-15]. Dostupné z URL <<http://www.vuppraha.cz/wp-content/uploads/2009/12/RVPZV-pomucka-ucitelum.pdf>>.
- [18] JEŘÁBEK, J. a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání, (verze platná od 1. 9. 2013), úplné znění upraveného RVP ZV* [online]. Celková gešce přípravy dokumentu – Jaroslav Jeřábek, Jan Tupý. Praha: MŠMT, 2013a. [cit 2013-06-01]. Dostupné z URL <<http://www.msmt.cz/file/29397>>.
- [19] JEŘÁBEK, J. a kol. *Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (verze platná od 1. 9. 2013) úplné znění upraveného RVP ZV s barevně vyznačenými změnami* [online]. Celková gešce přípravy dokumentu – Jaroslav Jeřábek, Jan Tupý. Praha: MŠMT, 2013b. [cit 2013-06-01]. Dostupné z URL <<http://www.msmt.cz/file/29408>>.
- [20] KALHOUS, Z. a kol. *Školní didaktika*. 1. vydání. Praha: Portál, 2002. 448 s. ISBN 80-7178-253-X.
- [21] KAŠOVÁ, J. a kol. *Škola trochu jinak: Projektové vyučování v teorii a praxi*. 1. vydání. Kroměříž: IUVENTA – Božena Leharová, 1995. 82 s.
- [22] KEARNEY, M., SCHUCK, S. Exploring pedagogy with interactive whiteboards in Australian schools. *Australian Educational Computing*. Volume 23, Issue 1, June 2008, Pages 8–14.

- [23] KROTKÝ, J. *Interaktivní výuka v kontextu nových zařízení a pomůcek*. [online] Plzeň: Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, 2012. [cit. 2013-06-03]. Dostupné z URL <<http://www.cdmvt.cz/node/306>>.
- [24] LÁNYI, C. S., SCHANDA, J. Using colour in multimedia applications (Conference Paper). In *Proceedings of SPIE – The International Society for Optical Engineering*. Volume 3409, 1998, s. 406–413.
- [25] LÁNYI, C. S., KOSZTYÁN, Z., KRÁNICZ, B., SCHANDA, J., NAVVAB, M. Using multimedia interactive E-teaching in color science. In *LEUKOS – Journal of Illuminating Engineering Society of North America*. Volume 4, Issue 1, July 2007, s. 71–82.
- [26] MAHER, D. Teaching Literacy in Primary Schools Using an Interactive Whole-class Technology: Facilitating Student-to-Student Whole-Class Dialogic Interactions. *Technology, Pedagogy and Education*. Volume 21, Issue 1, March 2012, Pages 137–152.
- [27] MANĚNOVÁ, M., ŽEMBOVÁ, N. Analysis of Lessons using Interactive Whiteboard focused on Pedagogical Interaction and Communication. *Procedia – Social and Behavioral Sciences*. Volume 69, 24 December 2012, Pages 1719–1728.
- [28] NEUMAJER, O. *Mýty a mylnosti o ICT ve vzdělávání*. [online] Praha: KVIC, 2012. [cit. 2013-06-02]. Dostupné z URL <<http://ondrej.neumajer.cz/?item=myty-a-mylnosti-o-ict-ve-vzdelavani>>.
- [29] NEUMAJER, O. *Strategické desatero ředitele k interaktivním tabulím*. [online]. Praha: AV Media, 2012. [cit. 2013-06-01]. Dostupné z URL <<http://www.veskole.cz/clanky/strategicke-desatero-reditele-k-interaktivnim-tabulim>>.
- [30] NORTHCOTE, M., MILDENHALL, P., MARSHALL, L., SWAN, P. Interactive whiteboards: Interactive or just whiteboards? *Australasian Journal of Educational Technology*. Volume 26, Issue 4, 2010, Pages 494–510.
- [31] *Online dotazníky – ProspecteaOne* [online]. Praha: Prospectea, 2012. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.prospecteaone.cz/funkce/online-dotazniky>>.
- [32] *Online dotazníky snadno* [online]. Praha: Sociores, 2012. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.i-dotaznik.cz/>>.
- [33] *Online dotazníky zdarma – průzkum* [online]. Škvorec: Schindler Systems, 2013. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.oursurvey.biz/cs>>.

- [34] *Online dotazníky zdarma – snadná tvorba dotazníků* [online]. Brno: Survio, 2013. [cit 2013-05-15]. Dostupné z URL <<http://www.survio.com/cs/>>.
- [35] PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. 1. vydání. Praha: Portál, 1995. 294 s. ISBN 80-7178-029-4.
- [36] REVENDA, V. *Trendy využívání ICT ve školách*. [online] Praha, 2010. [cit. 2013-06-01]. Dostupný z URL <<http://www.hnedulkov.cz/hnedulkov/text/et/index.htm>>.
- [37] SAHIN, Y. G., BAL, G., MISIRLI, G., ORHAN, N., YUCEL, K. Teachers' expectations from computer technology and interactive whiteboard: A survey. In *ICETC 2010 – 2010 2nd International Conference on Education Technology and Computer*. Volume 3, 2010, Article number 5529573, Pages V3153–V3157.
- [38] SEROW, P., CALLINGHAM, R. Levels of use of Interactive Whiteboard technology in the primary mathematics classroom. *Technology Pedagogy and Education*. Volume: 20, Issue: 2, July 2011. Pages: 161–173.
- [39] *Seznam učebnic a učebních textů se schvalovací doložkou pro základní vzdělávání platný ve školním roce 2012/2013* [online]. Praha: MŠMT, 2013. [cit 2013-05-10]. Dostupné z URL <www.msmt.cz/uploads/js/2013_web_ucebnice_zs_brezen_2013.docx>.
- [40] SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. 1. vydání. Praha: ISV nakladatelství, 1999. 296 s. ISBN 80-85866-33-1.
- [41] SLAY, H., SIEBÖRGER, I., HODGKINSON-WILLIAMS, C. Interactive whiteboards: Real beauty or just “lipstick”? *Computers & Education*. Volume 51, Issue 3, November 2008, Pages 1321–1341.
- [42] SLAY, H., SIEBORGER, I., HODGKINSON-WILLIAMS, C. The use of interactive whiteboards to support the creation, capture and sharing of knowledge in South African schools. *Learning to Live in the Knowledge Society*. 2008. Pages: 19–26.
- [43] SRNSKÁ, Z. *Co říkají výzkumy a statistiky o vybavení ICT v základních školách?* [online]. Brno: Masarykova univerzita, 2010. [cit. 2013-06-01]. Dostupné z URL <http://www.pedagogika-brno.cz/seminarky/Srnska_vyzkumy.pdf>
- [44] TOMKOVÁ, A., KAŠOVÁ, J., DVOŘÁKOVÁ, M. *Učíme v projektech*. 1. vydání. Praha: Portál, 2009. 176 s. ISBN 978-80-7367-527-1.
- [45] *Vzdělání21 – Hodnocení projektu*. [online] Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2012. [cit. 2013-06-07]. Dostupné z URL <<http://www.vzdelani21.cz/hodnoceni-projektu/>>.

- [46] WARWICK, P., MERCER, N., KERSHNER, R., STAARMAN, J. K. In the mind and in the technology: The vicarious presence of the teacher in pupil's learning of science in collaborative group activity at the interactive whiteboard. *Computers and Education*. Volume 55, Issue 1, August 2010, Pages 350–362.
- [47] *Základní školy* [online]. Praha: Brainoso, 2013. [cit 2013-05-10]. Dostupné z URL <<http://www.zakladniskoly.cz/>>.
- [48] *Zákon č. 121/2000 Sb., o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon)*. [online] Praha, 2012. [cit. 2013-07-15]. Dostupné z URL <<http://business.center.cz/business/pravo/zakony/autorsky/>>.

Teorie barev a kolorimetrie

- [49] BUNTING, F. et al. *Colortron: User Manual*. 1st Edition. Larkspur (California, USA): Light Source Computer Images, Inc., 1994. 752 p.
- [50] FRASER, B., MURPHY, C., BUNTING, F. *Správa barev: Průvodce profesionála v grafice a pre-pressu*. 1. vydání. Brno: Computer Press, 2003. 522 s. ISBN 80-722-6943-7.
- [51] GIORGIANNI, E. J., MADDEN T. E. *Digital Color Management: Encoding Solutions*. 2nd Edition. Chichester (West Sussex, England, GB): John Wiley & Sons Ltd., 2008. 416 p. ISBN 978-0-470-51244-9.
- [52] HUNT, R. W. G. *The reproduction of Colour*. 6th Edition, Chichester (West Sussex, England, GB): John Wiley & Sons Ltd., 2004. 726 p. ISBN 0-470-02425-9.
- [53] KANG, H. R. *Computational Color Technology*. 1st Edition, Bellingham (Washington, USA): SPIE – The International Society for Optical Engineering, 2006. 512 p. ISBN 0-8194-6119-9.
- [54] *CIE 1931 xy chromaticity diagram*. [online]. c2005. [cit 2011-07-01]. Dostupné z URL <<http://en.wikipedia.org/wiki/File:CIExy1931.png>>.
- [55] *Color cones representing HSL color space*. [online]. c2008. [cit 2011-07-01]. Dostupné z URL <http://it.wikipedia.org/wiki/File:Color_cones.png>.
- [56] *Diagrammatic representation of the Munsell color solid with one quarter section removed*. [online]. National Academy of Sciences of the United States of America, 2011. [cit 2011-07-01]. Dostupné z URL <<http://www.pnas.org/content/100/10/6281/F1.large.jpg>>.

- [57] *Střihněte si spektroskop* [online]. Brno: Hvězdárna a planetárium M. Koperníka v Brně, 2007. [cit 2011-05-12]. Dostupné z URL <<http://stara.hvezdarna.cz/index.php3?s=11&subs=13>>.
- [58] *Test zraku: Barvocit* [online]. Praha: MeDitorial, 2011. [cit 2011-05-16]. Dostupné z URL <<http://www.zeleny-zakal.cz/test-zraku>>.

Učebnice fyziky pro základní školy

- [59] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 6. ročník základní školy*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2002. 160 s. ISBN 978-80-7196-246-5.
- [60] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 7. ročník základní školy*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2003. 200 s. ISBN 978-80-7196-265-6.
- [61] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 8. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 1999. 224 s. ISBN 80-7196-149-3.
- [62] KOLÁŘOVÁ, R., BOHUNĚK, J. *Fyzika pro 9. ročník základní školy*. 1. vydání. Praha: Prometheus, 2000. 232 s. ISBN 80-7196-193-0.
- [63] MACHÁČEK, M. *Fyzika 6 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 3. vydání. Praha: Prometheus, 2000. 160 s. ISBN 80-7196-186-8.
- [64] MACHÁČEK, M. *Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2001. 160 s. ISBN 80-7196-217-1.
- [65] MACHÁČEK, M. *Fyzika 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2001. 160 s. ISBN 80-7196-220-1.
- [66] MACHÁČEK, M. *Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 2. vydání. Praha: Prometheus, 2000. 160 s. ISBN 80-7196-191-4.
- [67] RAUNER, K. a kol. *Fyzika pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2004. 120 s. ISBN 80-7238-210-1.
- [68] RAUNER, K. a kol. *Fyzika 7 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. 136 s. ISBN 80-7238-431-7.
- [69] RAUNER, K. a kol. *Fyzika 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2006. 128 s. ISBN 80-7238-525-9.
- [70] RAUNER, K. a kol. *Fyzika 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. 136 s. ISBN 80-7238-617-8.
- [71] ROJKO, M. a kol. *Fyzika kolem nás, Fyzika 1 pro základní a občanskou školu: učitelská verze*. 1. vydání. Praha: Scientia, 1995. 104 s. ISBN 80-85827-83-2.

- [72] ROJKO, M. a kol. *Fyzika kolem nás, Fyzika 2 pro základní a občanskou školu: učitelská verze*, 1. vydání. Praha: Scientia, 1996. 112 s. ISBN 80-7183-057-7.
- [73] ROJKO, M. a kol. *Fyzika kolem nás, Fyzika 3 pro základní a občanskou školu: učitelská verze*. 1. vydání. Praha: Scientia, 1997. 92 s. ISBN 80-7183-102-6.
- [74] ROJKO, M. a kol. *Fyzika kolem nás, Fyzika 4 pro základní a občanskou školu: učitelská verze*. 1. vydání. Praha: Scientia, 1998. 100 s. ISBN 80-7183-138-7.
- [75] TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 1 pro ZŠ, nová řada dle RVP*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2006. 72 s. ISBN 978-80-7235-347-7.
- [76] TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 2 pro ZŠ, nová řada dle RVP*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2007. 88 s. ISBN 978-80-7235-381-1.
- [77] TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 3 pro ZŠ, nová řada dle RVP*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2008. 120 s. ISBN 978-80-7235-414-6.
- [78] TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 4 pro ZŠ, nová řada dle RVP*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009. 112 s. ISBN 978-80-7235-441-2.
- [79] TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 5 pro ZŠ, nová řada dle RVP*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2010. 112 s. ISBN 978-80-7235-491-7.
- [80] TESAŘ, J., JÁCHIM, F. *Fyzika 6 pro ZŠ, nová řada dle RVP*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2010. 112 s. ISBN 978-80-7235-492-4.
- [81] *Fyzika » Učebnice Nakladatelství FRAUS* [online]. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2011. [cit 2011-04-07]. Dostupné z URL <<http://ucebnice.fraus.cz/fyzika/>>.
- [82] *Nakladatelství Prometheus* [online]. Praha: Prometheus, 2011. [cit 2011-04-07]. Dostupné z URL <<http://www.prometheus-nakl.cz/index.php?zobraz=id2&id2=3>>.
- [83] *NAKLADATELSTVÍ SCIENTIA – knihy pro vzdělání i pro radost* [online]. Praha: Scientia, 2011. [cit 2011-04-07]. Dostupné z URL <<http://www.scientia.cz/katalog.asp?co=prodeje>>.
- [84] *SPN* [online]. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2013. [cit 2013-06-10]. Dostupné z URL <<http://www.spn.cz/stranky/katalog.php?viewsub=fyzika>>.

Učebnice informatiky a výpočetní techniky pro základní školy

- [85] KOVÁŘOVÁ, L. a kol. *Informatika pro základní školy – 1. díl*. 2. vydání. Kralice na Hané: Computer Media, 2009. 88 s. ISBN 978-80-7402-015-5.
- [86] KOVÁŘOVÁ, L. a kol. *Informatika pro základní školy – 2. díl*. 2. vydání. Kralice na Hané: Computer Media, 2009. 88 s. ISBN 978-80-7402-016-2.

- [87] KOVÁŘOVÁ, L. a kol. *Informatika pro základní školy – 3. díl*. 2. vydání. Kralice na Hané: Computer Media, 2009. 88 s. ISBN 978-80-7402-017-9.
- [88] *Computer Media s.r.o. – Počítačové učebnice ZŠ* [online]. Kralice na Hané: Computer Media, 2011. [cit 2011-04-07]. Dostupné z URL <<http://www.computermedia.cz/knihy/seznam.html?kategorie=27>>.

Učebnice přírodopisu pro základní školy

- [89] ČABRADOVÁ, V. a kol. *Přírodopis pro 6. ročník základní školy a primu víceletého gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2004. 120 s. ISBN 80-7238-211-X.
- [90] ČABRADOVÁ, V. a kol. *Přírodopis 7 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2005. 128 s. ISBN 80-7238-424-4.
- [91] VANĚČKOVÁ, I. a kol. *Přírodopis 8 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2006. 128 s. ISBN 80-7238-428-7.
- [92] ŠVECOVÁ, M., MATĚJKA, D. *Přírodopis 9 pro základní školy a víceletá gymnázia*. 1. vydání. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2007. 128 s. ISBN 978-80-7238-587-4.
- [93] ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis pro 6. ročník základní školy: zoologie a botanika*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2007. 120 s. ISBN 978-80-7235-374-3.
- [94] ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis pro 7. ročník základní školy: zoologie a botanika*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2008. 136 s. ISBN 978-80-7235-387-3.
- [95] ČERNÍK, V., MARTINEC, Z., VODOVÁ, V. *Přírodopis pro 8. ročník základní školy: biologie člověka*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2009. 80 s. ISBN 978-80-7235-416-0.
- [96] ČERNÍK, V. a kol. *Přírodopis pro 9. ročník základní školy: geologie a ekologie*. 1. vydání. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2010. 104 s. ISBN 978-80-7235-496-2.
- [97] *Přírodopis » Učebnice Nakladatelství FRAUS* [online]. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2011. [cit 2011-04-07]. Dostupné z URL <<http://ucebnice.fraus.cz/prirodopis/>>.
- [98] *SPN* [online]. Praha: SPN – pedagogické nakladatelství, 2011. [cit 2011-04-07]. Dostupné z URL <<http://www.spn.cz/stranky/katalog.php?viewsub=prirodopis&viewcat=zs>>.

Seznam obrázků

Obr. 3.1: tematická výuka × projekt (Tomková, Kašová, Dvořáková, 2009)	38
Obr. 7.1: Newtonův pokus – rozklad světla hranolem (Rauner a kol., 2005, s. 128).....	128
Obr. 7.2: Newtonův pokus – opačné provedení (Rauner a kol., 2005, s. 129).....	129
Obr. 7.3: graf (spektrální křivka) odrazivosti červeného předmětu, (Hunt, 2004, s. 4) ..	132
Obr. 7.4: graf (spektrální křivka) propustnosti azurového inkoustu v různých koncentracích (Hunt, 2004, s. 26)	133
Obr. 7.5: spektrální křivky denního světla v závislosti na atmosférických podmínkách (Giorgianni, Madden, 2008, s. 4)	133
Obr. 7.6: experiment vnímání barev (Bunting a kol., 1994, s. 4/15).....	136
Obr. 7.7: aditivní míchání barev	137
Obr. 7.8: subtraktivní míchání barev	138
Obr. 7.9: polotóny a tiskový rastr	139
Obr. 7.10: citlivost jednotlivých druhů čípků RGB (Hunt, 2004, s. 12, upraveno).....	140
Obr. 7.11: a. funkce barevné odezvy pro lidského pozorovatele (viz výše), b. funkce barevné odezvy transformovaná na CIE standardního pozorovatele (viz dále) c. spektrální odezva pro plochý skener; d. e. f. spektrální emisní křivky tří různých monitorů (Bunting a kol., 1994, s. 4/19)	141
Obr. 7.12: Řez pravým lidským okem, pohled shora	141
Obr. 7.13: Munsellova souřadnice odstín (hue), (Bunting a kol., 1994, s. 4/23)	144
Obr. 7.14: Munsellovy souřadnice hodnota (value) a chroma (barevnost), (Bunting a kol., 1994, s. 4/23, upraveno)	144
Obr. 7.15: Munsellovo těleso viditelných barev, (Diagrammatic representation of the Munsell color solid, 2011)	145
Obr. 7.16: HSB – jas.....	146
Obr. 7.17: HSB – sytost.....	146
Obr. 7.18: HSB – odstín	146
Obr. 7.19: dvojitý kužel jako model HSL (lightness = L) barvového prostoru (Color cones representing HSL color space, 2008)	147
Obr. 7.20: zorné pole standardního pozorovatele (Bunting a kol., 1994, s. 4/31).....	151
Obr. 7.21: Barvové funkce (hodnoty tristimulu CIE) 2° standardního pozorovatele 1931 (plná čára) a 10° standardního pozorovatele 1964 (čárkovaná čára), (Hunt, 2004, s. 99).....	155

Obr. 7.22: konstrukce chromatického diagramu CIE	156
Obr. 7.23: chromatický diagram CIE 1931 (CIE 1931 xy chromaticity diagram, 2005)	157
Obr. 7.24: barevný gamut různých zařízení (Bunting a kol., 1994, s. 4/38)	158
Obr. 7.25: „vzdálenosti barev“ v chromatickém diagramu xyY (Hunt, 2004, s. 105)	159
Obr. 8.1: návod na stavbu jednoduchého spektroskopu (1:1), (Střihněte si spektroskop, 2007)	171

Seznam tabulek

Tab. 3.1: Výsledky prohledávání databáze Scopus	23
Tab. 3.2: Výsledky prohledávání databáze ScienceDirect	26
Tab. 3.3: Výsledky prohledávání databáze Web of Science	27
Tab. 3.4: Výsledky prohledávání databáze JStor.....	28
Tab. 3.5: Výsledky prohledávání databáze Google Scholar.....	28
Tab. 3.6: Výsledky prohledávání databáze Scopus	40
Tab. 3.7: Výsledky prohledávání databáze ScienceDirect	41
Tab. 3.8: Výsledky prohledávání databáze Web of Science	42
Tab. 3.9: Výsledky prohledávání databáze JStor.....	42
Tab. 3.10: Výsledky prohledávání databáze Google Scholar.....	43
Tab. 4.1: Četnost používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích	75
Tab. 4.2: Četnost používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV	76
Tab. 4.3: Počet učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí – Česká republika.....	77
Tab. 4.4: Počet učeben (mimo IVT) s interaktivní dotykovou tabulí – Plzeň-město	77
Tab. 4.5: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti	80
Tab. 4.6: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti	80
Tab. 4.7: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti, po sloučení tříd dat.....	81
Tab. 4.8: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat.....	81
Tab. 4.9: Velikost školy a počet dotykových tabulí – chí-kvadráty	82
Tab. 4.10: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti	83

Tab. 4.11: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti	83
Tab. 4.12: Velikost školy a počet dotykových tabulí – reálné četnosti, po sloučení tříd dat	84
Tab. 4.13: Velikost školy a počet dotykových tabulí – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat	84
Tab. 4.14: Velikost školy a počet dotykových tabulí – chí-kvadráty	84
Tab. 4.15: Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí – Česká republika	85
Tab. 4.16: Používané typy (výrobci) interaktivních tabulí – Plzeň-město	86
Tab. 4.17: Míra používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích – Česká republika	88
Tab. 4.18: Míra používání SW aplikací při výuce na interaktivních tabulích – Plzeň-město	89
Tab. 4.19: Srovnání výsledků v souborech dat Česká republika – Plzeň-město	93
Tab. 4.20: Počet učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV – Česká republika	96
Tab. 4.21: Počet učeben (mimo IVT) s dataprojektorem nebo TV – Česká republika	96
Tab. 4.22: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti.....	98
Tab. 4.23: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti	99
Tab. 4.24: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti, po sloučení tříd dat	99
Tab. 4.25: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat.....	100
Tab. 4.26: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – chí-kvadráty.....	100
Tab. 4.27: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti...	101
Tab. 4.28: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti	102
Tab. 4.29: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – reálné četnosti, po sloučení tříd dat	102
Tab. 4.30: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – teoretické četnosti, po sloučení tříd dat.....	103
Tab. 4.31: Velikost školy a počet učeben s dataprojektory nebo TV – chí-kvadráty.....	103
Tab. 4.32: Míra používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV – Česká republika	104

Tab. 4.33: Míra používání SW aplikací při výuce s dataprojektory nebo TV – Plzeň-město	105
Tab. 4.34: Počet škol v České republice podle velikosti sídla	109
Tab. 4.35: Velikost škol (dle počtu žáků) v České republice	110
Tab. 8.1: Fyzika – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření	164
Tab. 8.2: Informatika a výpočetní technika – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření	165
Tab. 8.3: Přírodopis – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření	165
Tab. 8.4: Výtvarná výchova – témata obsahující pojem barva a jejich plánované rozšíření	166
Tab. 8.5: Barva světla a rozklad světla hranolem – scénář kapitoly	170
Tab. 8.6: Barva předmětů, co je to barva? – scénář kapitoly	174
Tab. 8.7: RGB znamená red – green – blue; zápis barvy v počítačové aplikaci – scénář kapitoly	177
Tab. 8.8: Jsou i jiná čísla než jen RGB, třeba CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci – scénář kapitoly	179
Tab. 8.9: Není RGB jako RGB, není CMYK jako CMYK; zápis barvy v počítačové aplikaci – scénář kapitoly	182
Tab. 8.10: Zelenou dostanu, když smíchám modrou a žlutou	183

Seznam grafů

Graf 4.1: Počet respondentů v jednotlivých dnech (Česká republika)	70
Graf 4.2: Počet respondentů v jednotlivých dnech (Plzeň)	72
Graf 4.3: Učebny s interaktivní dotykovou tabulí – Česká republika	77
Graf 4.4: Učebny s interaktivní dotykovou tabulí – Plzeň-město	78
Graf 4.5: Používané typy interaktivních tabulí – Česká republika	86
Graf 4.6: Používané typy interaktivních tabulí – Plzeň-město	87
Graf 4.7: Míra používání SW aplikací na interaktivních tabulích – Česká republika	90
Graf 4.8: Míra používání SW aplikací na interaktivních tabulích – Plzeň-město	91
Graf 4.9: Učebny s dataprojektorem nebo TV – Česká republika	96
Graf 4.10: Učebny s dataprojektorem nebo TV – Plzeň-město	97
Graf 4.11: Míra používání SW aplikací s dataprojektory nebo TV – Česká republika ...	106

Graf 4.12: Míra používání SW aplikací s dataprojektory nebo TV – Plzeň-město.....	107
Graf 4.13: Počet škol v České republice podle velikosti sídla	109
Graf 4.14: Velikost škol (dle počtu žáků) v České republice	110

Přílohy

K práci je přiložené DVD, které obsahuje elektronickou verzi této práce ve formátu PDF. Dále se na DVD nachází vlastní multimediální výuková lekce Barvy kolem nás připravená ve třech různých podobách – ve formátu FlexiBook (včetně instalačního souboru prohlížeče interaktivních učebnic FlexiBook Reader); ve formátu MS PowerPoint a v podobě statického PDF dokumentu se sadou složek obsahujících rozšiřující multimediální materiály. Na DVD jsou rovněž uloženy kompletní neupravované soubory odpovědí respondentů na dotazník rozesílaný v rámci výzkumu používání interaktivních dotykových tabulí v České republice a rámcové automaticky vyhodnocené výsledky zpracované systémem Disk Google.

Na DVD se nacházejí následující složky:

- **1-Lekce-FlexiBook** – kompletní multimediální výuková lekce Barvy kolem nás ve formátu FlexiBook, zpracovaná pomocí autorského nástroje FlexiBook Composer. Pro správnou funkci lekce je nutno při kopírování zachovat strukturu složek. Formát FlexiBook, jeho prohlížeč FlexiBook Reader i autorský nástroj FlexiBook Composer byly vytvořeny Nakladatelstvím Fraus a vztahuje se na ně autorský zákon.
- **2-Lekce-PowerPoint** – kompletní multimediální výuková lekce Barvy kolem nás ve formátu MS PowerPoint. Vzhledem k tomu, že lekce ve formátu MS PowerPoint obsahuje přiložená videa, která nejsou vnořena do vlastního souboru s prezentací, obsahuje složka i jednotlivé soubory s videoklipy a pro správnou funkci přehrávání videí je nutno je kopírovat společně s lekcí.
- **3-Lekce-PDF-s-přilohami** – kompletní výuková lekce Barvy kolem nás v podobě statického PDF dokumentu s přiloženou sadou složek obsahujících rozšiřující multimediální materiály. Tyto materiály nejsou s centrálním PDF dokumentem nijak přímo softwarově provázány, lze je používat i samostatně.
- **FlexiBookReader-Install** – Instalační soubor prohlížeče formátu FlexiBook – FlexiBook Reader ver. 2.4.3.
- **Odpovedi-dotaznik** – kompletní neupravované soubory odpovědí respondentů a rámcové automaticky vyhodnocené výsledky zpracované systémem Disk Google.

Elektronická verze disertační práce se nachází přímo v kořenové složce disku DVD. Zároveň s tímto prohlašuji na svou čest, že obsah elektronické a tištěné verze disertační práce je zcela shodný.

V Plzni dne 31. srpna 2013

Podpis:

Seznam vlastních publikovaných a dalších prací

- [1] KOHOUT, V. *Famulus – programový systém pro podporu výuky matematiky a fyziky*. Školská fyzika. ročník 93/94, č. 2. ISSN 1211-1511.
- [2] KOHOUT, V. *Poloha těžiště soustavy pohybujících se těles (C4)*. Školská fyzika. ročník 93/94, č. 2. ISSN 1211-1511.
- [3] KOHOUT, V. *Famulus – vrhy v homogenním tíhovém a nehomogenním gravitačním poli Země*. Školská fyzika. ročník 93/94, č. 3. ISSN 1211-1511.
- [4] KOHOUT, V. *Vrhy v tíhovém a nehomogenním gravitačním poli*. Školská fyzika. ročník 93/94, mimořádné číslo Letní škola fyziky. ISSN 1211-1511.
- [5] KOHOUT, V. *Měření času v průběhu staletí*. Školská fyzika. ročník 94/95, č. 3. ISSN 1211-1511.
- [6] KOHOUT, V. „*Vzhůru nohama*“ – *poněkud nezvyklá dětská káča*. Školská fyzika. ročník 95/96, č. 2. ISSN 1211-1511.
- [7] KOHOUT, V. *Se Sluncem v plachtách*. Školská fyzika. 95/96, ročník III, č. 3. ISSN 1211-1511.
- [8] KOHOUT, V. *Úžasná(?) Zeměplocha I*. Školská fyzika. 1998, ročník V, č. 2. ISSN 1211-1511.
- [9] KOHOUT, V. *Úžasná(?) Zeměplocha II*. Školská fyzika. 1998, ročník V, č. 3. ISSN 1211-1511.
- [10] KOHOUT, V. *Úžasná(?) Zeměplocha III*. Školská fyzika. 1998, ročník VI, č. 1. ISSN 1211-1511.
- [11] KOHOUT, V. *Měření času v průběhu staletí*. Školská fyzika. ročník VI, mimořádné číslo. ISSN 1211-1511.
- [12] KOHOUT, V. *Famulus – programový systém pro podporu výuky matematiky a fyziky*. Školská fyzika. ročník VI, mimořádné číslo. ISSN 1211-1511.
- [13] KOHOUT, V. *Česká učebnice fyziky získala ocenění na Frankfurtském knižním veletrhu 2005*. Školská fyzika. 2005, ročník VIII, č. 3. ISSN 1211-1511.
- [14] RAUNER, K., KOHOUT, V., RANDA, M. *Moderní trendy v učebnicích fyziky pro ZŠ*. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3 – Rámcové vzdělávací programy – sborník z konference, Srní 2007*. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2007.
- [15] KOHOUT, V. *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace pomocí nástroje FlexiAutor*. In *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5 – Výuka*

- fyziky v kontextu potřeb současné společnosti – sborník z konference, Plzeň, 2011. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2011.
- [16] KOHOUT, V. *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás*. Rigorózní práce. Plzeň: KMT, Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, 2011. 180 s.
- [17] KOHOUT, V. *Rozdíl (diference) barev*. Seminární práce. KIV, Fakulta aplikovaných věd Západočeské univerzity v Plzni, 2012. 18 s.
- [18] KOHOUT, V. *Vnímání barev*. Seminární práce. KPS, Fakulta pedagogická Západočeské univerzity v Plzni, 2012. 26 s.
- [19] KOHOUT, Václav. *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace pomocí nástroje FlexiAutor*. In DIDFYZ 2012 – Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania v európskom priestore – sborník z konference, Račkova dolina, Slovensko, 2012. Nitra: Univerzita Konštantína Filozofa v Nitre, 2013.
- [20] KOHOUT, Václav. *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace v podobě i-učebnice Fraus*. In Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6 – Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti – sborník z konference, Kašperské Hory, 2013. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2013. In progress.
- [21] KOHOUT, Václav. *Od papíru k tabletům? Nebo s tablety k lepší výuce?* In Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6 – Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti – sborník z konference, Kašperské Hory, 2013. Plzeň: Západočeská univerzita v Plzni, 2013. In progress.
- [22] KOHOUT, V. *Historie a elementární základy teorie barev I*. Školská fyzika. 2012, ročník IX, č. 4. ISSN 1211-1511.
- [23] KOHOUT, V. *Historie a elementární základy teorie barev II*. Školská fyzika. 2013, ročník X, č. 1. ISSN 1211-1511.
- [24] KOHOUT, V. *Exkurze do Seismické observatoře Kašperské Hory*. Školská fyzika. 2013, ročník X, č. 1. ISSN 1211-1511.
- [25] KOHOUT, V. *Historie a elementární základy teorie barev III*. Školská fyzika. 2013, ročník X, č. 2. ISSN 1211-1511.
- [26] KOHOUT, V. *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás*. Školská fyzika. 2013, ročník X, č. 3. ISSN 1211-1511. In progress.
- [27] KOHOUT, V. *Pilotní ověření výukového tématu Barvy kolem nás ve výuce*. Školská fyzika. 2013, ročník X, č. 4. ISSN 1211-1511. In progress.

Seznam vystoupení na konferencích

- [1] *Moderní trendy v učebnicích fyziky pro ZŠ. Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 3 – Rámcové vzdělávací programy.* Srní, 2007.
- [2] *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace pomocí nástroje FlexiAutor. Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 5 – Výuka fyziky v kontextu potřeb současné společnosti.* Plzeň, 2011.
- [3] *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace pomocí nástroje FlexiAutor. DIDFYZ 2012 – Aktuálne problémy fyzikálneho vzdelávania v európskom priestore, Račkova dolina, Slovensko, 2012.*
- [4] *Mezipředmětové výukové téma Barvy kolem nás a jeho prezentace v podobě i-učebnice Fraus. Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6 – Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti, Kašperské Hory, 2013.*
- [5] *Od papíru k tabletům? Nebo s tablety k lepší výuce? Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky 6 – Vyučování fyziky v kontextu potřeb současné společnosti, Kašperské Hory, 2013.*

Evidenční list

Souhlasím s tím, aby moje disertační práce byla půjčována jako studijní materiál ostatním studentům.

V Plzni dne 31. srpna 2013

Podpis:

Uživatel stvrzuje svým podpisem, že tuto disertační práci použil ke studijním účelům a prohlašuje, že ji uvede mezi použitými prameny.

Jméno, příjmení	Fakulta, katedra	Datum	Podpis