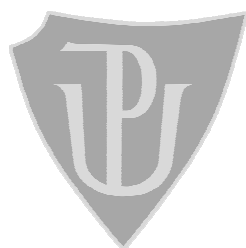


**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**Pedagogická fakulta**

Ústav pedagogiky a sociálních studií



**Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie**

**DISERTAČNÍ PRÁCE**

Mgr. Lukáš Hlaváček

Studijní obor: Pedagogika  
Školitel: RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.

OLOMOUC 2012

Disertační práce je duševním vlastnictvím Mgr. Lukáše Hlaváčka a plně se k ní vztahuje zákon č. 121/2000 Sb. o právu autorském, o právech souvisejících s právem autorským a o změně některých zákonů (autorský zákon) ve znění pozdějších právních předpisů, zejm. § 35 odst. 3.

Prohlašuji, že jsem předloženou disertační práci vypracoval samostatně a uvedl v ní veškerou literaturu a ostatní užití informační zdroje.

.....  
Mgr. Lukáš Hlaváček

## Poděkování

V těchto místech bych rád poděkoval všem, kteří mi byli jakýmkoliv způsobem nápomocni během vypracování této práce. Poděkování patří především RNDr. Ivaně Fellnerové, Ph.D. za odborné vedení práce, poskytování cenných připomínek a psychickou podporu. Kromě toho chci také poděkovat za její účast v pedagogickém experimentu a skutečnost, že mi byla při zpracování disertační práce kdykoliv nápomocna radou.

Osobní dík patří PhDr. René Szotkowskému, Ph.D. za jeho velkou ochotu a poskytnutí řady metodologických konzultací. Mezi další, kterým bych chtěl poděkovat za důležité připomínky z oblasti metodologie, patří prof. PhDr. Miroslav Chráska, CSc., prof. PhDr. Jan Průcha, CSc., prof. PhDr. Jiří Mareš, CSc., prof. PhDr. Peter Gavora, CSc. a pracovníci Institutu výzkumu školního vzdělávání Pedagogické fakulty Masarykovy Univerzity v Brně.

Z velkého množství zahraničních odborníků, kteří mi poskytli neobyčejně cenné rady, chci zmínit především prof. Richarda E. Mayera z University of California v USA, prof. Barbaru Tversky ze Stanford University v USA, prof. Wolfganga Schnotze z Univerzität Koblenz-Landau v Německu, Dr. Tima Höfflera z Christian-Albrechts Univerzität zu Kiel v Německu a prof. Mireille Bétrancourt z Université de Genève ve Švýcarsku.

Poděkování bych chtěl vyjádřit také odborným pedagogickým pracovníkům Univerzity Palackého v Olomouci, kteří byli ochotni převzít roli expertních posuzovatelů didaktických testů, jmenovitě RNDr. Lubomíru Kinclovi, CSc., Doc. RNDr. Lubomíru Krejčovskému, CSc., prof. RNDr. Vítězslavu Bičíkovi, CSc. a MUDr. Kateřině Kikalové, Ph.D. Vyzdvihnout bych chtěl pomoc Dr. Lubomíra Kincla, jež v roli expertního posuzovatele prokázal neobyčejnou pečlivost a svědomitost a který bohužel v těchto dnech již není mezi námi.

V neposlední řadě chci poděkovat celé mojí rodině za podporu, velkou trpělivost a toleranci k mým studijním a pracovním povinnostem.

### **Tato disertační práce vznikla za podpory následujících grantů:**

CZ.1.07./2.2.00/15.0252 „*Kreativní přístup ve výuce fyziologie – integrované (motivační) vzdělávací moduly*“

PdF\_2012\_042 „*Hodnocení informovanosti studentů gymnázií v problematice zhoubných onemocnění tlustého střeva a tvorba multimediálních výukových materiálů*“

PdF\_2011\_037 „*Nové trendy v zoologické systematice a biologii člověka*“

PdF\_2010\_048 „*Nové přístupy v biologii a biologickém vzdělávání*“

*„Jakýkoliv průnik do složité problematiky didaktického obrazu, objektivizace některých aspektů jeho tvorby a percepce vizuálních stimulů a jejich ověření mohou být u tak významného a frekventovaného pedagogického média přínosem k modernizačnímu úsilí našeho školství, ke zkvalitnění a vyšší efektivitě výchovně vzdělávacího procesu.“*

Prof. Zdeněk Macek, 1986

# OBSAH

<b>1 ÚVOD</b> .....	7
<b>2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA</b> .....	11
2.1 Statická a dynamická vizualizace ve výchovně vzdělávacím procesu .....	11
2.1.1 Vizualizace .....	11
2.1.1.1. Pojetí vizualizace .....	11
2.1.1.2 Vizualizace ve výchovně vzdělávacím procesu .....	12
2.1.1.3 Vizualizace a názornost .....	14
2.1.1.4 ICT a vizualizace .....	17
2.1.1.5 Multimédia jako významný prostředek vizualizace .....	19
2.1.1.6 Vizualní prvky v učebnicích a jejich výzkum .....	21
2.1.2 Didaktický obraz .....	25
2.1.2.1. Didaktický obraz – vymezení a funkce.....	25
2.1.2.2 Teorie k učení se z obrazových materiálů .....	27
2.1.2.3 Výzkumy založené na obrazovém materiálu .....	32
2.1.2.4 Požadavky na efektivní didaktický obraz .....	34
2.1.3 Statická a dynamická PC vizualizace a realizované výzkumy .....	36
2.1.3.1 Statická a dynamická vizualizace předmětů a jevů .....	36
2.1.3.2 Přednosti dynamické vizualizace .....	37
2.1.3.3 Slabé stránky dynamické vizualizace .....	40
2.1.3.4 Statická vs. dynamická vizualizace ve výzkumech .....	41
2.1.3.5 Faktory uplatňující se při učení se z animací .....	45
2.1.3.6 Design výukových animací .....	55
2.1.3.7 Animace ve výuce biologie .....	58
2.1.3.8 Výukové animace programu PowerPoint .....	59
2.2 Fyziologie člověka a její výuka na vysokých školách .....	62
2.2.1 Vědní obor fyziologie jako součást biologických věd o člověku.....	62
2.2.2 Fyziologie člověka jako předmět na vysokých školách a jeho výuka ...	63
2.2.2.1 Učební předmět f. člověka, jeho specifika a důsledky pro výuku....	63
2.2.2.2 Možnosti výuky předmětu fyziologie člověka .....	64
<b>3 EMPIRICKÁ ČÁST</b> .....	74
3.1 Pilotní průzkum .....	74
3.2 Cíle empirického výzkumu .....	74
3.3 Vymezení výzkumného pole, formulace výzkumných problémů a hypotéz ...	76
3.4 Charakteristika výzkumného souboru .....	81
3.5 Metody použité ve výzkumu .....	83
3.6 Realizace výzkumu .....	85

3.6.1 Přípravná fáze experimentu .....	85
3.6.1.1 Návrh experimentálního plánu .....	85
3.6.1.2 Tvorba výukových materiálů a specifikace výukových metod .....	86
3.6.1.3 Tvorba didaktických testů.....	89
3.6.2 Vlastní experiment .....	96
3.6.2.1 Experimentální fáze zimního semestru .....	96
3.6.2.1.1 Základní organizace experimentu .....	96
3.6.2.1.2 Experimentální působení v první etapě (učivo 1) .....	97
3.6.2.1.3 Experimentální působení ve druhé etapě (učivo 2) .....	100
3.6.2.2 Experimentální fáze letního semestru .....	102
3.6.2.2.1 Základní organizace experimentu .....	103
3.6.2.2.2 Experimentální působení v první etapě (učivo 1) .....	103
3.6.2.2.3 Experimentální působení ve druhé etapě (učivo 2) .....	104
3.6.3 Výsledky empirického výzkumu.....	105
3.6.3.1 Výsledky experimentálního působení v zimním semestru .....	105
3.6.3.2 Výsledky experimentálního působení v letním semestru .....	114
3.6.4 Interpretace a diskuse výsledků výzkumu .....	132
3.6.4.1 Diskuse na pozadí výsledků příbuzných studií .....	132
3.6.4.2 Diskuse technické a organizační stránky realizovaného výzkumu .....	155
<b>4 ZÁVĚR .....</b>	<b>161</b>
<b>5 POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE .....</b>	<b>170</b>
<b>Seznam tabulek .....</b>	<b>185</b>
<b>Seznam obrázků .....</b>	<b>186</b>
<b>Seznam zkratk .....</b>	<b>186</b>
<b>Anotace disertační práce .....</b>	<b>188</b>
<b>Publikační a grantová činnost autora disertační práce .....</b>	<b>191</b>
<b>PŘÍLOHY</b>	

# 1 ÚVOD

Obraz je jedním z nejstarších a nejfrekventovanějších didaktických prostředků, ať již v podobě ilustrace (kterou nalezneme již v díle Komenského), později v podobě nástěnného obrazu, nebo dnes v pestrých formách moderního počítačového obrazu statického či dynamického. Přes velkou tradici a přínos je problematika didaktického obrazu v pedagogických souvislostech prostudována poměrně málo (Mareš, 2002); dokladem je velmi omezené množství empirických studií v této oblasti.

Na počátku 21. století však v pedagogice a psychologii (především zahraniční) zaznamenáváme velký rozvoj výzkumu založeného na obrazovém materiálu (*image-based research*), a to zejména v souvislosti s výrazným rozvojem moderních technologií umožňujících vizualizaci učiva. Je nepochybné, že tato vizualizace může výrazným způsobem proces učení zefektivnit, zatraktivnit a přispět ke kvalitním vzdělávacím výsledkům. Proto jsou výzkumy na tomto poli velmi žádoucí a aktuální.

Školství většiny vyspělých zemí je charakteristické postupným zaváděním multimediálních pomůcek do výuky. Prostřednictvím těchto prostředků, poskytujících různé formy vizualizace učiva, mají dnešní učitelé více než kdykoliv jindy možnost aplikovat princip názorné výuky. Během posledních let byla pedagogická teorie obohacena o mnoho empirických důkazů, jež soustavně potvrzují, že multimediální vyučování je skutečně účinné a opodstatněné (Mayer, 2001). Je však žádoucí, aby se budoucí výzkumy v této oblasti oprostily od pouhé komparace multimediálního vyučování s vyučováním tradičním (ať již různě pojatým), ale hlouběji pronikaly do této problematiky např. zjišťováním účinnosti různých forem multimediálních prostředků.

V rámci oblasti multimediálního vyučování je (kromě účinnosti statických didaktických obrazů) věnován stále větší prostor výzkumům zaměřených na účinnost výukových obrazů dynamických (dynamická vizualizace učiva) resp. srovnávání jejich účinnosti s účinností obrazů statických (statická vizualizace učiva). Tento trend je charakteristický pro pedagogiku vyspělých zahraničních zemí. V podmínkách českého školství výzkumy podobného charakteru prozatím chybějí, což bylo jedním z hlavních impulzů zpracování empirického výzkumu a disertační práce v této oblasti.

Zkoumání účinnosti různých forem vizualizace bylo v empirickém výzkumu této práce aplikováno na vysokoškolský učební předmět „fyziologie“, konkrétně na fyziologii

člověka, která popisuje funkce lidského těla. Pro fyziologické procesy, tvořící hlavní náplň tohoto učebního předmětu, je charakteristických několik vlastností. Jedná se o procesy dynamické, vzájemně provázané, velmi komplikované svým průběhem a tím i obtížné z pozice učitele na jejich vysvětlení a z pozice studentů na jejich pochopení. Kromě stále přetrvávajících tradičních verbálních postupů lze dnes fyziologické učivo prezentovat prostřednictvím různých vizuálních prostředků. Vedle statických didaktických obrazů se v moderní výuce přírodovědných oborů začínají objevovat různé typy dynamické vizualizace učiva.

Účinnost statické vs. dynamické vizualizace je v posledních letech předmětem zájmu mnoha výzkumníků celého světa (např. Barak et al., 2011; Kühl et al., 2011a,b; Mayer et al., 2004; Paas et al., 2007; Tversky et al., 2002; Yang et al., 2003), a to v různých studijních oborech a na různých stupních škol. Výsledky těchto studií nejsou konzistentní a další zkoumání v této oblasti je proto nanejvýš žádoucí. Jedním ze stěžejních cílů této práce je přispět k dosavadním výsledkům na tomto poli realizací výzkumu zaměřeného na srovnávání účinnosti statické vs. dynamické vizualizace učiva, a to v konkrétním případě vysokoškolské výuky vybrané biologické disciplíny.

Předkládaná disertační práce je členěna na část teoretickou a empirickou. Teoretické část seznamuje čtenáře s problematikou vizualizace, a to nejprve v širších souvislostech a následně především v návaznosti na výukový proces. Zde se vizualizace ocitá v kontextu názornosti, multimediálního vyučování, vizuálních prvků v učebních materiálech, ale i moderních prostředků umožňujících vizualizaci učiva ve škole. Dále je věnován prostor didaktickému obrazu a jeho teorii, českým pedagogicko-psychologickým výzkumům založených na obrazovém materiálu a otázkám požadavků na efektivní didaktický obraz na obecné úrovni.

Teoretický oddíl práce pokračuje pojednáním o formách vizualizace, jejichž účinnost je předmětem empirického výzkumu této práce, tedy o počítačové vizualizaci statické a dynamické. Velký prostor je věnován pedagogicko-psychologickým teoriím učení se ze statických a dynamických obrazových materiálů. Stěžejní součástí je rozsáhlá přehledová studie českých, a především zahraničních výzkumů v oblasti vyučování s pomocí statické a dynamické vizualizace učiva. Na shrnutí výsledků realizovaných empirických studií navazují úvahy o designu efektivních výukových vizualizovaných materiálů.

Teoretická část disertační práce se také zmiňuje o přednostech softwaru MS PowerPoint, jež byl využit k tvorbě výukových materiálů pro účely empirického výzkumu



a je zakončena pojednáním o učebním předmětu fyziologie, jeho specifikách a důsledcích pro výuku, včetně posouzení základních přístupů k prezentaci fyziologického učiva.

Dominantním cílem empirického výzkumu disertační práce bylo zjištění rozdílu ve vzdělávací účinnosti statické a dynamické vizualizace učiva ve vysokoškolské výuce fyziologie člověka. Ve výzkumu byla uplatněna experimentální metoda a výzkum byl pojat kvantitativně. Navrhnutý experimentální plán, v rámci něhož byla testována účinnost dvou výukových metod, zasahoval do období dvou akademických semestrů. Vlastnímu průběhu experimentu předcházela časově a technicky náročná tvorba a ověřování několika didaktických testů, přičemž úspěšnost řešení jejich úloh byla ukazatelem účinnosti statické vs. dynamické vizualizace učiva. Pedagogický výzkum měl potvrdit či vyvrátit předpoklad, že dynamická vizualizace učiva se (podobně jako ve velkém množství podobných realizovaných studií) prokáže za daných podmínek jako účinnější.

Empirická část disertační práce postupně popisuje všechny fáze přípravy a průběhu realizovaného pedagogického výzkumu a přináší jeho výsledky, které jsou interpretovány na základě příslušných teorií (především teorie kognitivní zátěže) a diskutovány na pozadí výsledků příbuzných studií. Závěr empirické části komplexně a kriticky zhodnocuje průběh všech fází výzkumu, poukazuje na úskalí při tvorbě didaktických testů či realizaci experimentu a přináší návody a doporučení pro budoucí výzkumy podobného charakteru.

Závěr práce přináší shrnutí a zhodnocení vypracovaných teoretických a empirických kapitol. Na základě výsledků realizovaného pedagogického výzkumu jsou zde formulovány náměty a doporučení pro navazující výzkumy v dané problematice, přínosy disertační práce pro rozvoj pedagogické teorie a výchovně vzdělávací praxi.

Otázky moderních přístupů k výuce přírodovědných předmětů jsou dnes velmi aktuální a výsledky empirických výzkumů v této oblasti jsou široce uplatnitelné v pedagogické praxi. Autor předkládané disertační práce se soustavně věnuje možnostem využití dynamické vizualizace ve výuce biologických disciplín a tvorbě původních statických a dynamických výukových materiálů. Tyto pomůcky nacházejí využití v pedagogické praxi a jsou prezentovány na domácích i zahraničních konferencích a soutěžích. V rámci této disertační práce autor volně přechází od otázek jejich tvorby a využití k otázkám hodnocení jejich pedagogické účinnosti, které patří v oblasti multimediálního vzdělávání k otázkám klíčovým a v mnoha zahraničních pedagogických studiích v dané oblasti jsou již standardem.

### **Teoretické cíle disertační práce lze shrnout do následujících bodů:**

- rozpracovat problematiku vizualizace v podmínkách vyučování, vymežit význam a přínos didaktického obrazu;
- systematizovat a popsat pedagogicko-psychologické teorie zaměřené na učení se z obrazových materiálů;
- popsat přednosti a nedostatky statické a dynamické vizualizace učiva a zhodnotit současný stav její tvorby a využívání;
- vytvořit rozsáhlou přehledovou studii českých (a především) zahraničních výzkumů zaměřených na problematiku vyučování s pomocí statické a dynamické vizualizace učiva;
- na základě studia příslušné literatury vymežit a zhodnotit faktory ovlivňující účinnost vizualizace učiva se zaměřením na výukové animace a vytvořit přehled obecných doporučení a zásad pro tvorbu pedagogicky účinných počítačových animací;
- zhodnotit význam počítačových animací ve vyučování biologie se zaměřením na možnosti programu MS PowerPoint;
- charakterizovat specifika učebního předmětu fyziologie člověka a podat ucelený přehled o možnostech jeho výuky na vysokých školách.

### **Empirické cíle disertační práce lze shrnout do následujících bodů:**

- navrhnout a realizovat pedagogický experiment zaměřený na zjišťování rozdílů ve vzdělávací účinnosti statické a dynamické vizualizace vybraného učiva v prostředí výuky předmětu fyziologie člověka na vysoké škole;
- zjistit, jaký vliv na tuto účinnost má pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a také typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků;
- zhodnotit výsledky výzkumu a na jejich základě navrhnout doporučení a náměty pro navazující studie podobného charakteru a formulovat přínos pro pedagogickou teorii a praxi.

## 2 TEORETICKÁ VÝCHODISKA

### 2.1 Statická a dynamická vizualizace ve výchovně-vzdělávacím procesu

#### 2.1.1. Vizualizace

##### 2.1.1.1 Pojetí vizualizace

Mnoho lidí dává přednost shlédnutí určitého objektu před jeho pouhým slovním popisem. Přestože jsou první doložené historické důkazy o využití vizualizace staré tisíce let (egyptské hieroglyfy se datují do období 4. tisíciletí před naším letopočtem), k masovému využití vizuálií došlo až ve 20. století v souvislosti s rozvojem elektronizace a digitalizace komunikačních systémů. Rozsah a vliv vizualizace si často neuvědomujeme, protože vstoupila do našich životů postupně, ale razantně a stává se tak pro současnou společnost (a edukologii zvláště) velkou výzvou (Spousta, 2007).

Termín **vizualizace** má svůj původ v příčestí *visus* latinského slova *videre* (= viděti). Spousta (2007) definuje vizualizaci jako „operaci transformující určitý jev (objekt, proces), jeho strukturu, systémotvorné vazby a charakteristické vlastnosti do podoby umožňující jeho zrakové vnímání“ (s. 30). Přívlastek „**vizuální**“ je pak označení pro vlastnost týkající se zrakového vnímání. Předměty či jevy a jejich zobrazení, znázornění, které člověk vnímá zrakem, jsou tzv. „**vizuália**“. Podle Tollingerové (1977) je vizualizace proces zviditelňování zpráv pomocí jazyka obrazů, který umožňuje ilustrovat abstraktní pojmy, chrání je před formalismem a verbalismem. Ledvinka (1988) spatřuje význam vizualizace v tom, aby dívání bylo viděním, a vidíme-li, abychom viděli ostřeji, tj. ve větší poznávací hloubce.

Vizualizace je jedním z velmi efektivních a časově nenáročných způsobů transferu informací; vizualizace doplňuje, prohlubuje a obohacuje verbální sdělení (Spousta, 2007). Vizuália upoutávají pozornost studentů a tuto pozornost zintenzivňují, podporují soustředěnost, zapamatování a paměť, představivost i fantazii. Poskytují informace o velikosti, tvaru, barvě, množství, obsahu a poloze či pohybu objektů (Spousta, 2010). Jsou-li vizuália navíc i esteticky správně utvářena, zvyšují svoje působení na emocionální složku žákovy osobnosti (Pýchová, 1990). Již v roce 1976 Zinčenko (vzhledem

k rostoucímu stupni vizuální komunikace a rozvoji vizualizace ve všech oblastech teorie i praxe) vznáší požadavek „vizuální gramotnosti“ na každého občana a vyvolává tak potřebu celkové vizuální kultury. **Vizuální gramotnost** vymezuje Spousta (2007) jako *soubor schopností a dovedností, kterými jedinec disponuje a s jehož pomocí je s to porozumět vizuálním prostředkům a dokáže je používat při komunikaci s jinými lidmi* (s. 26). Vizuální gramotnost je vysoce individuální a je ovlivněna množstvím vnitřním i vnějších faktorů (např. rozvoj myšlení jedince, jeho dosavadní zkušenosti, vliv prostředí atd.). V souvislosti s vizualizací se užívá také pojem „**vizuální paměť**“ (paměť založená na zrakovém vnímání), „**vizuální myšlení**“ (schopnost vytvářet vizuální představy nonverbálně) a „**vizuální učení**“ (preference nonverbálního způsobu sdělování informací) (Spousta, 2007).

Macek (1986) zmiňuje termín „**vizuální výchova**“, který vymezuje jako organizované, cílevědomé a systematické pedagogické působení na zrakový analyzátor a jím zprostředkované kognitivní procesy, jejímž cílem je zvýšit adekvátnost, přesnost, rychlost a diferencovanost vizuální percepce. Z hlediska výchovně-vzdělávacího procesu lze vizuální využívat ve všech fázích – od motivace, přes osvojování učiva až po aplikaci nových vědomostí, kontrolu a hodnocení studijních výsledků (Spousta, 2010). Mareš (2002) doplňuje terminologii o pojem „**vizualizační vzdělávání**“ jako nový směr ve vzdělávání lidí, jehož snahou je pomocí počítačové grafiky, animace obrazu, kultivovat vizuální gramotnost společnosti.

Fenoménem vizualizace z obecného pedagogického hlediska se intenzivně zabývá již zmiňovaný doc. Spousta (např. 2007, 2010). Ve svých pracích, kde se opírá nejen o rozsáhlou literaturu, ale čerpá i z vlastních pedagogických zkušeností a přináší poučný vhled do dané problematiky. Pro autorovo dílo je typický interdisciplinární přístup a nazírání na vizualizaci v širokých souvislostech. V jednotlivých kapitolách své stěžejní monografie (2007) se zabývá vizualizací z pohledu gnozeologického, psychologického, sociologického, edukologického a didaktického a přináší zde mj. rozsáhlé členění vizuálií podle mnoha různých kategorií. Další pohledy na členění vizuálií lze nalézt v publikacích Zinčenka a Vergilese (1975), Macka (1984), nebo Pýchové (1990).

### **2.1.1.2 Vizualizace ve výchovně vzdělávacím procesu**

Vizualizace se uplatňuje ve výchovně vzdělávacím procesu velmi významně. Jak uvádí Turek (2002), podporuje rychlejší a snadnější porozumění jevů a souvislostí, konkrétnější a komplexnější vytvoření si představy o daném jevu. Vzbuzuje zájem a motivaci, napomáhá dlouhodobějšímu zapamatování učiva a rychlejšímu vybavení informací z paměti, zprostředkuje informace těžko popsatelné textem. Tím vším vizualizace usnadňuje práci studentům i učitelům. Vizualizace také umožňuje symbolicky vyjádřit abstraktní pojmy a tím je snadněji pochopit, ulehčuje a urychluje proces poznávání, aktivizuje celou osobnost žáka tím, že ulehčuje jeho samostatné myšlení, poutá jeho pozornost a zájem, působí na jeho city a zároveň oživuje vyučování (Haláková et al., 2004).

Bradbury (2007) významně prosazuje využívání vizuálních pomůcek ve výuce a vychází z předpokladu, že lidé jsou schopni uspokojivě si vybavit: 20 % toho, co slyší; 30 % toho, co vidí; 50 % toho, co vidí a slyší současně; 70 % toho, co dělají. Při aplikaci tohoto základu do (nejen) školního prostředí pak udává konkrétní čísla: průměrný posluchač si z verbální prezentace vybaví po třech hodinách 70 % obsahu, po třech dnech již pouze 10 %; z vizuální prezentace si však po třech hodinách vybaví 75 % a po třech dnech až 20 %; z prezentace založené na kombinaci mluveného slova a vizuálních pomůcek si posluchač po třech hodinách vybaví 85 % obsahu, po třech dnech téměř 66 %.

Pokud uvažujeme vizualizaci v souvislostech výchovy a vzdělávání, Spousta (2007) poukazuje na problém, že základní pedagogická otázka, jak by měl být nonverbální materiál koncipovaný, aby splnil všechny didaktické funkce, zůstává stále nezodpovězena. Jak přijímat, zpracovat a interpretovat verbální informace se naučí ve vyspělých zemích většina populace v prvních letech povinné školní docházky. Téměř vůbec se však žáci neučí tomu, jak se pomocí obrazového materiálu učit, jak obraz číst, jak na vizuální prostředky pohlížet, jak je interpretovat. Učitelé často předpokládají, že obrázek je názorný a mluví „sám za sebe“. Podobně, jako existují verbálně negramotní jedinci, zkušení učitelé dosvědčují existenci i tzv. nonverbálně (obrazově) negramotných jedinců („pictorially illiterate people“), jež neumí z obrázku vyčíst, co říká (viz též Mareš, 1995).

Spousta (2007) také upozorňuje na určitá didaktická rizika vizualizace – např. nadměrná názornost nebo již hotová abstrahovaná podoba problému (kdy student není nucen projít cestu od konkrétního k abstraktnímu) se může stát brzdou rozvoje jeho abstraktního myšlení; nesprávně koncipovaný vizuální prostředek může navodit a fixovat mylné představy; nadměrná aplikace vizuálních prostředků (či jejich přehnaná barevnost, atraktivnost) může odvádět pozornost studenta od práce s verbálním textem a potlačovat

jeho vlastní poznávací a myšlenkové aktivity atd. Autor (tamtéž) předkládá některé dosud nevyřešené a otevřené otázky didaktického využití vizualizace – např. způsob prezentace vizuálií (jaká je efektivita učení při aplikaci statického a dynamického vizuálie), vztah mezi typem vizuálií a převládajícím stylem učení (jaká je efektivita učení z vizuálií u studentů s vizuálním stylem a u studentů s auditivním či taktilním stylem) atd. Problematika vizualizace ve vzdělávacích kontextech je tedy důležitá a dnes velmi aktuální.

### 2.1.1.3 Vizualizace a názornost

Ve výchovně-vzdělávacím procesu se vizuálie ocitají v různých situacích – mohou vystupovat jako cíl výuky, vyučovací metoda, ale nejčastěji jako vyučovací prostředek, jímž lze dosáhnout větší **názornosti** a usnadnit tím proces osvojování učiva (Spousta, 2007).

Zatímco metoda názornosti umožňuje na základě přímého pozorování demonstrovaného předmětu či procesu bezprostředně poznávat jeho nejzásadnější vlastnosti, u metod verbálních je toto poznávání zprostředkováno slovem, jež má podobu abstraktního signálu. Dobré znázorňování zvyšuje zájem posluchačů, rozvíjí pozornost a aktivitu, činí výklad učitele živější, barvitější, přesvědčivější a přispívá tak ke vzniku hlubších a trvalejších poznatků (Bakonyi, 1962).

Podle Čápa (1987) plní názorný materiál ve vyučování zejména tyto funkce:

- umožňuje vnímání a formování představ, tím zároveň přináší podklad pro abstrakci a myšlení;
- zvyšuje motivaci k učení, působí na city žáků a tím příznivě ovlivňuje i pozornost, pochopení a trvalejší uchování vědomostí;
- napomáhá lepšímu pochopení podstatných znaků a vztahů.

Princip názornosti ve výuce je považován za jednu ze základních pedagogických zásad moderního vzdělávání. Tato zásada je však spojena již se samotným vznikem výchovy a postupně docházelo k jejímu vývoji, během níž zaznamenala „období temna“ (viz období scholastiky), nebo naopak období rozvoje (viz období renesance). Princip názornosti bývá tradičně spojován především s J. A. Komenským, který tuto problematiku široce rozpracoval. Ve Velké didaktice formuloval Komenský zásadu názornosti jako „zlaté pravidlo pro učitele“ a vybízí: „*Proto budiž učitelům zlatým pravidlem, aby všechno bylo*

*předváděno všem smyslům, kolika možno. Totiž věci viditelné zraku, slyšitelné sluchu, vonné čichu, chutnatelné chuti a hmatatelné hmatu; a může-li být něco vnímáno najednou více smysly, budiž to předváděno všem smyslům“* (Velká didaktika, kap. XX, 1948). Celé úsilí Komenského směřovalo k tomu, aby nahradil učení slovní (které panovalo ve školách jeho doby) učení věcným; vedle řady slov chce řadu věcí, což jasně ukazuje v *Orbis Pictus* (1833). Vizuální prvky obsažené v didaktických dílech Komenského jsou úspěšně užívány i v době současné. J. A. Komenský svými myšlenkami předběhl dobu o několik století a jeho odkazy jsou živé dodnes.

Na počátku 21. století lze princip (zásadu) názornosti ve školním prostředí uplatňovat řadou didaktických postupů a prostřednictvím širokého spektra moderních materiálních didaktických prostředků. Počítače, dataprojektory a interaktivní tabule již mají ve školách různých stupňů a zaměření své pevné místo a v porovnání s dobami minulými mají současní učitelé k dispozici téměř neomezené možnosti k docílení názorného vyučování.

Uplatňování zásady názornosti ve výchovně-vzdělávacím procesu se stalo jednou ze stěžejních podmínek efektivní výuky. Každý učitel však chápe pojem názornost odlišně a odlišně ji také aplikuje. Podle slov Spousty (2007) existují ve školní praxi dva vyhraněné projevy názornosti, oba jsou zavádějící a jsou důkazem nepochopení zlatého pravidla Komenského. Prvním extrémem je způsob, jakým někteří učitelé (především na nižším stupni škol) prezentují učivo, když význam názornosti přeceňují a zvláště v dnešní době hojného využívání moderních didaktických prostředků považují audiovizuální média za ztělesnění názornosti jako takové. V této souvislosti již v roce 1962 Bakonyi varuje před tím, aby názorné pomůcky učitele (lektora) nahradily. „Všeho s mírou“ – to je zásada platná i pro využívání názornosti. Přemíra (přeceňování) názornosti může u starších žáků brzdit rozvoj kreativního a abstraktního myšlení – vše je názorně předvedeno, není tedy nad čím přemýšlet a co objevovat. Na druhém pólu pak stojí učitelé (často vysokoškolští), kteří vizualizaci opomíjejí ve shodě s požadavkem rozvíjení abstraktního myšlení studentů. Tito učitelé se hojně odvolávají na to, že princip názornosti se vztahuje především na primární a sekundární vzdělávání; Bakonyi (1962) však upozorňuje na skutečnost, že didaktické zásady platí pro všechny druhy vyučování – na školní výuku malých dětí, zrovna tak jako na různé formy vyučování dospělých, s čímž lze jedině souhlasit. Podobně se vyslovují Maňák a Švec (2003), kteří upozorňují na časté problémy s názorností – u mladších žáků dochází k hypertrofii názornosti a u starších pak k zanedbávání názoru. Je tedy nesnadným úkolem najít kompromis mezi příliš nízkým stupněm názornosti, který

může vést k verbalismu a formalismu a naopak předimenzovanou názorností, která může brzdit rozvoj abstraktního myšlení.

Altman (1975) rozlišuje mezi názorností bezprostřední a zprostředkovanou (= nahrazení objektů a jevů reprezentačními formami). Zprostředkovaná názornost má podle něj v poznávacím procesu vždy druhořadé místo, protože neposkytuje žákům získat přesné představy o objektech a jevech. V některých případech však bezprostřední názornost ve výuce využívat nelze, ať již kvůli měřítku některých jevů, nedostupnosti objektů, nebezpečnosti experimentů atd. Právě proto je žádoucí zajistit prostředky, které danou situaci studentům nějakým způsobem přiblíží. Jednotlivé formy této náhrady skutečnosti znázorňuje tzv. „kužel zkušenosti“, někdy též „kužel abstrakce“ (obr. 1), který vyvinul americký profesor pedagogiky Edgar Dale (1900-1985). Kužel zkušenosti (Dale, 1969) vyjadřuje stupně abstrakce při využití různých didaktických prostředků (celkem 11 možností přiblížení daného pojmu ve výuce) a dává tak na výběr řadu postupů, které lze ve výuce uplatňovat. Přímá reálná zkušenost je jistě velmi užitečná, nemělo by však docházet k jejímu jednostrannému přeceňování a v kvalitním vyučování by mělo být využíváno celé palety stupňů názornosti. Zvláště vhodná je didakticky promyšlená kombinace prostředků, které žákům usnadňují přechod od konkrétního k abstraktnímu.



Obr. 1 Kužel zkušenosti (podle Dale, 1969; upraveno)



V uplatňování principu názornosti hraje velmi důležitou roli také osobnost učitele. Bakonyi (1962) uvádí, že názornost výkladu lze uplatnit i v samotné řeči učitele, poutavostí výkladu, přičemž záleží na tom, aby byla řeč obrazná a obsahovala výrazné příklady a srovnání. Skalková (1999) rozlišuje mezi názorností předmětnou (vnější, přímou) a slovně obraznou (vnitřní, nepřímou). Živé učitelovo slovo se významně uplatňuje především tehdy, může-li se odvolávat i na předchozí zkušenosti žáků (Dostál, 2008). Bakonyi (1962) k názornosti dodává, že samotná názornost nevede ke správným výsledkům vyučování, nenapomáhá-li abstrakci; znázorňovat je nutno tolik a tak, aby to sloužilo abstrahování, vytváření pojmů. Požadavek názornosti se totiž neomezuje jen na didaktické sdělování faktů, ale vztahuje se i na procesy analýzy a zobecnění. Názorné poznání je při osvojování vědomostí spjato s myšlením a řečí, a tím se zdokonaluje (Čáp, 1987). Výuka může být názorná, ale bez zahrnutí těchto procesů by vedla ke strohému empirismu, bez pochopení podstaty věcí a jevů (Bakonyi, 1962); jednostranné senzualistické pojetí názornosti by mělo být dnes již překonané.

O novodobou koncepci názornosti se pokusil Dostál (2008), který na jedné straně princip názornosti vyzdvihuje, na straně druhé však vystupuje proti jeho absolutizaci, když udává, že *názor je pouze základ a východisko našeho poznání, ale velmi podstatný je rovněž rozvoj obrazotvornosti a zejména pak myšlení, které je na vrcholu poznávacích procesů* (s. 31). Ve svém pojednání autor navrhnul definici respektující pokrokovější chápání principu názornosti – takovou, která kompenzuje jednostranně zaměřené definice jiných autorů. *„Zásada názornosti vyjadřuje takový požadavek na edukátora, aby vedl edukanty k vytváření a zobecňování představ bezprostředním vnímáním skutečnosti či jejího zobrazení, nebo při edukaci uplatňoval takový výklad, který vyvolává v edukantech již dříve vytvořené představy popisované skutečnosti. Skutečností lze rozumět veškeré přírodní i uměle vytvořené předměty, přírodní a společenské jevy“* (s. 30).

Problematikou názornosti se zabývá pedagogická i didaktická literatura. Pro hlubší proniknutí do této oblasti lze doporučit především publikace Uhera (1926), Bakonyiho (1962) a z aktuálnějších Dostála (2008).

#### **2.1.1.4 ICT a vizualizace**

Velmi frekventovaným slovním spojením, nejen v oblasti vzdělávání, jsou informační a komunikační technologie (ICT, někdy též počestělá zkratka IKT). Počítače jsou ve

většině oblastí lidské činnosti již samozřejmostí a v dnešní informační společnost nezastupitelné. Dostaly se i do škol, a to v podobě materiálních didaktických prostředků. Počítačem zprostředkovaná data ve formě textu, statických obrázků, audiozáznamů, videozáznamů a animací (případně jejich kombinací) jsou učiteli i studenty využívány stále častěji, o možnostech internetu nemluvě. Již zdaleka nejde jen o výuku informatiky, ale počítače zaujmají pevná místa ve výuce přírodních, technických i humanitních disciplín a staly se významným prostředkem vizualizace učiva. Informační a komunikační technologie podporují ve výuce názornost, umožňují časovou úsporu a často jsou pro studenty atraktivní. Jejich přednost spočívá v rychlosti a automatizaci práce, mají velký potenciál v objemu, formách a aktuálnosti dat, poskytují nepřehledné grafické možnosti, umožňují interaktivnost atd.

K problematice využití ICT ve výuce bylo publikováno nespočet prací a realizováno mnoho výzkumů. Výsledky řady studií naznačují, že přestože studenti všeobecně uvádí mnoho výhod ve využívání ICT ve výuce, na mnohých školách tyto moderní technické prostředky doposud využívány nejsou vůbec, nebo jen velmi omezeně (např. Kubiátko, 2005). Důvody mohou být různé – nedostatečná výbava škol, konzervativní postoje učitelů či jejich obavy z využívání ICT apod. Některé školy čekají na počítačové vybavení, jiným zase chybí kvalifikovaní učitelé. Je však zřejmě otázkou blízké budoucnosti, kdy počítačem bude vybavená téměř každá učebna.

Velmi skloňovaným pojmem je dnes **počítačová gramotnost** – požadavek, který moderní doba uvaluje na občany vyspělých zemí. Obsluha počítače patří mezi důležité kompetence studentů, ale i učitelů, a to bez ohledu na jejich aprobační (Maňák, Švec 2003). S velmi rychlým rozvojem počítačů si lze položit otázku, zda v budoucnosti nenahradí učitele výukové programy. Role učitele však vždy byla, je a bude nenahraditelná už jen z důvodu, že sebedokonalejší počítačový program nemůže zodpovědět na jakoukoliv zvláštnou otázku studenta, natož s ním pak o ní diskutovat. Interakce učitel – žák je velmi komplikovaná a postupy založené na napodobování činnosti učitele počítačovou výukou se osvědčují jen sporadicky (Jandová, 1995).

Zastáváme názor, že význam počítačů ve výuce by neměl být podceňován, ale ani přeceňován, protože zdaleka ne každé učivo je (v kombinaci s příslušnou fází výukového procesu) pro počítačové zpracování vhodné. Výuka s pomocí ICT nesmí být samoučelná a počítačů by se mělo ve škole využívat pouze tehdy, pokud je to skutečně účelné a efektivní.

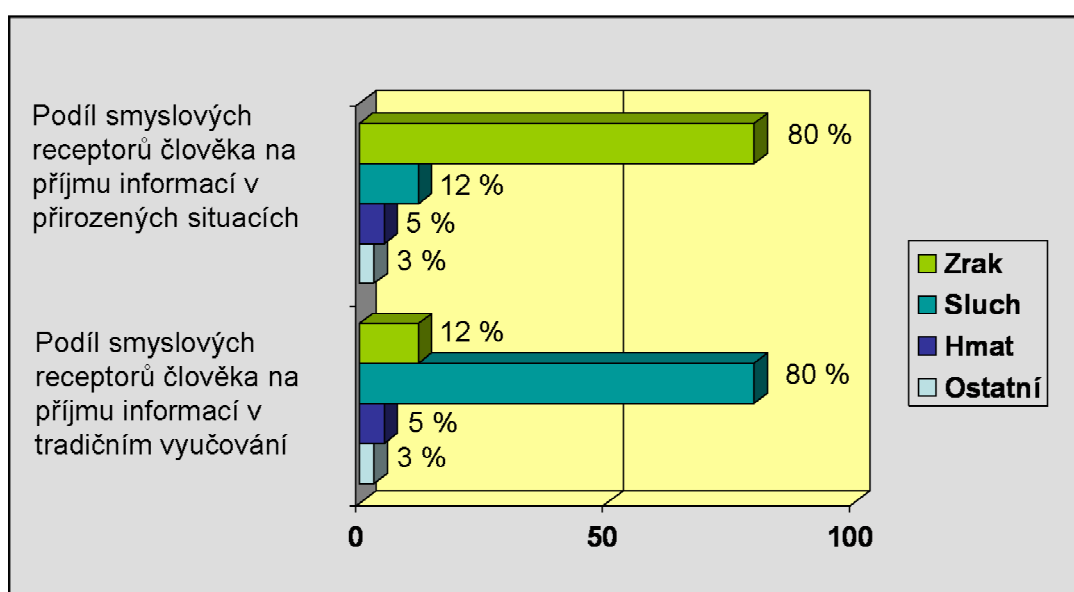
### 2.1.1.5 Multimédia jako významný prostředek vizualizace

V posledních letech se ve školách objevují nové didaktické prostředky – **multimédia**. Pojem multimédia je v dnešní době velmi populární, v literatuře však zaznamenáváme výraznou terminologickou nejednotnost. Obecně se v odborné i laické veřejnosti vytvořili dva názory na definování multimédií – klasický a počítačový. V klasickém pojetí jsou multimédia souhrnem jednotlivých médií (učebnice, diapozitivy, videozáznamy atd.), s jejichž pomocí lze prezentovat informace. V počítačovém pojetí je jako médium myšlený způsob prezentace dané informace, tj. ve formě textu, grafiky, zvuku, videa, animace. Spojení těchto médií do jednoho celku umožňuje multimediální počítač (Růžička, Růžičková, 2007). Velmi jednoduše definuje multimédium Lichvarová (2002, s. 6) jako „*integraci textu, obrázků, zvuku, animace a videa za účelem zprostředkování informací*“. Multimédia tedy můžeme chápat jako spojení textu, grafiky, zvuku a živého obrazu do jednoho celku, tedy prostředek integrující různé formáty dokumentů, resp. dat.

Na výše zmíněné terminologické potíže je poukázáno i v rozsáhlé encyklopedii Průchy (2009), kde se mj. uvádí, že multimédia jsou většinou definována technickým jazykem, ze kterého přímo nevyplývají pedagogické záměry. Proto se zavádí pojem **vzdělávací multimédia**, kde pro předávání pedagogických informací slouží současná prezentace různých forem, v centru pozornosti jsou didaktická hlediska (multimediální prezentace není náhodná) a jsou zohledněna i hlediska psychologická. Multimediální prezentace učiva jsou zprostředkovány především výpočetní technikou, která je schopna převést informace z různých zdrojů do společného prostředí a výsledek (= multimediální prezentace) se pak zobrazuje na obrazovce nebo je promítán dataprojektorem.

V oblasti multimédií se setkáváme s dalšími pojmy, jako např. **multimediální vzdělávání**, které definuje encyklopedie Průchy (2009) jako „*jednu z nových vzdělávacích technologií, která pro splnění edukačních záměrů využívá souběžného působení pedagogických informací z různých mediálních zdrojů, jež jsou záměrně a účelně sjednoceny (obvykle do elektronické podoby) a učícímu člověku interaktivně nabídnuty ke smyslovému vnímání a duševnímu zpracování*“ (s. 273). Dalším frekventovaným termínem jsou **multimediální učební pomůcky**, které obsahují informace vyjádřené formami, jež účinně působí na smysly učícího se jedince, zprostředkují nebo napodobují realitu a naplňují zásadu názornosti. Díky multimédiím je zabezpečeno současné působení na několik smyslů v jednom okamžiku, čímž dosahujeme kvalitnějších výukových výsledků, učivo je osvojeno hlouběji a trvaleji (Dostál, 2008). Učební pomůcky působí nejčastěji na

receptory zraku (vizuálně) a sluchu (auditivně). Mohou však také někdy působit i na receptory hmatu (taktilně), pohybu (kinesteticky), čichu (olfaktoricky) a chuti (gustativně) (Mikošek, 2003). V oblasti multimédií je velká pozornost věnována využití zvukové informace ve spojení s informací vizuální (hovoříme pak o audiovizuálních učebních pomůckách, nebo též o tzv. „ozvučených obrazech“). Audiovizuální prostředky obvykle učivo prezentují komplexní formou, často dynamicky a jsou tak bohatým zdrojem vizuálních a auditivních informací a též prostředkem silného emocionálního působení. Vizuelní a zvukové prvky se vzájemně doplňují a podporují, díky čemuž dochází ke snazšímu a trvalejšímu osvojení učiva (Mikošek, 2003).



Obr. 2 Rozdíly v zapojení smyslových receptorů v přirozených situacích a v tradiční výuce (graficky zpracováno na základě Kalhouse a Obsta, 2002)

Člověk získává informace nejefektivněji a v největším množství (80 %) zrakem, 12 % sluchem, 5 % hmatem a 3 % ostatními smysly. V tradiční škole však tato východiska respektována nebývají a zapojení smyslů je následující: žáci získávají 12 % informací zrakem, 80 % sluchem, 5 % hmatem a 3 % ostatními smysly (Kalhous, Obst, 2002). V našich školách je tedy nejpoužívanější komunikační kanál verbální. Snahou moderního učitele by mělo být tyto rozdíly (které dokládá obr. 2) vyrovnávat.

Požadavek multisenzoriálního (polysenzorického) působení má z historického hlediska hluboké kořeny, vyzíval k němu již Komenský (přestože v jeho době pojem „multimédia“ ještě neexistoval) a v pedagogice rozhodně není novou záležitostí. V posledních letech se

však díky rozvíjející se počítačové technice možnosti kombinovaného působení podstatně rozšiřují (Mikošek, 2003).

V současnosti vzniká množství **výukových programů** (např. na CD a DVD nosičích, na internetu atd.), které lze do škol zakoupit a jejich využití může být za určitých okolností užitečné. V praxi se však nezdá setkáváme s tím, že tyto programy svým obsahem nekorespondují s obsahem výuky, nebo nejsou vytvořeny didakticky správně. Pokud neposkytují možnost úprav dle požadavků učitelů (většinou tomu tak není), je jejich využití problematické. Jistou překážkou může být někdy i jejich pořizovací cena. Proto (i když to ještě není zcela obvyklé) si je někteří učitelé vytvářejí sami. Multimediální výukové programy na různá témata jsou dnes také často vytvářeny v rámci závěrečných prací studentů pedagogických oborů.

Na otázku zahrnutou ve výzkumu Lisalové (2006) „Považujete multimédia ve vzdělávání budoucích učitelů za potřebná či nikoliv a proč?“ odpovědělo 80 % respondentů (učitelů různých předmětů na pedagogických fakultách v ČR) kladně, protože mohou zkvalitnit výuku a pomoci porozumění dané látce. Tyto odpovědi však byly v rozporu s tím, zda jednotliví učitelé ve svém vyučování multimédia skutečně využívají. Jako překážky pro výuku s pomocí multimédií respondenti uváděli např. nedostatečné vybavení škol a nízké kompetence učitelů. Na jedné straně tedy mají dnešní učitelé k dispozici obrovský potenciál počítačů, který může v mnoha ohledech vést ke zefektivnění výuky. Na straně druhé je však v mnoha případech tohoto potenciálu využíváno pouze částečně, nebo někdy dokonce vůbec. Jednou z příčin je nízká kompetence některých učitelů v oblasti počítačového a multimediálního vzdělávání, případně jejich konzervativní postoje k výuce. Bariérou může být i nedostačující vybavení učeben moderní didaktickou technikou, či jejich nízký počet. V budoucnu však zřejmě můžeme očekávat zlepšení této situace – materiální vybavení mnoha škol se postupně zdokonaluje a dnešní absolventi pedagogických oborů (začínající učitelé) umějí zacházet s multimediálními výukovými pomůckami na velmi dobré úrovni.

#### **2.1.1.6 Vizualní prvky v učebnicích a jejich výzkum**

Učebnice velmi dlouho byly a stále jsou nejrozšířenější učební pomůckou a jejich význam neklesá. Zabývá se jimi pedagogická disciplína „teorie učebnic“, která je úspěšně rozvíjena od 70. let 20. století především v zahraničí, kde je jí věnována stále větší pozornost. To

stejně bohužel nelze tvrdit v případě České republiky. V 80. letech u nás sice došlo ke vzniku aktivit, které byly zaměřeny na odborné zkoumání učebnic, ale po roce 1990 lze u nás pozorovat pokles zájmu pedagogických odborníků o učebnice, což má negativní důsledky pro pedagogickou praxi (Sikorová, 2007).

Obsah učebnic je nejobecněji možné členit na textovou a mimotextovou složku, přičemž grafická informace učebnic je součástí složky mimotextové. V těchto místech je třeba upozornit na pojem „didaktický text“. V souvislosti s učebnicemi se totiž užívá termínu „text“ pouze pro verbální textovou složku učebnic, v jiných případech se pojmem text rozumí označení učebnice jako celku (tedy verbální i neverbální – obrazové, vizuální složky). **Didaktický text** je pojímán obecně jako útvar nesoucí didaktickou informaci, tj. ztvárněnou tak, aby mohla fungovat v komunikaci mezi edukátorem a edukantem. Didaktickým textem může být učebnice, mluvený projev učitele, text monitoru počítače, výukový film, mapa atd. (Průcha, 1998). Učebnici budeme tedy chápat jako jednu z forem didaktického textu.

Rozvoj teoretické a experimentální práce zaměřené na procesy osvojování verbální a obrazové informace z písemných a jiných zdrojů informací se v zahraničí začínají objevovat v 60. letech 20. století. Obecně lze konstatovat, že v současné pedagogické vědě bohužel nepatří výzkum učebnic (a didaktických textů vůbec) k prioritním záležitostem, na rozdíl od jiných vyspělých zemí (např. Německo, Rakousko, pobaltské a skandinávské země, Rusko, Japonsko), které mají silnou institucionální, informační a publikační základnu a výzkum učebnic je zde rozvinutý. Průcha (1998) uvádí, že v ČR neexistuje výzkumné pracoviště zaměřené na výzkum učebnic. Dnes bychom mohli toto tvrzení aktualizovat o informaci, že na Pedagogické fakultě Masarykovy Univerzity v Brně existuje Institut výzkumu pro školní vzdělávání (dříve Centrum pedagogického výzkumu), v rámci něhož se tým odborníků systematicky věnuje výzkumným aktivitám zaměřeným právě na učebnice. Pravdou zůstává, že v naší pedagogické literatuře (ve srovnání s dobami minulými či v porovnání se zahraničím) je aktuálních publikací pojednávajících o učebnicích, případně o výsledcích výzkumů aplikovaných na učebnice, velmi málo. Průcha (tamtéž) tuto situaci připisuje celkově neutěšenému stavu českého pedagogického výzkumu.

Učebnice lze zkoumat a hodnotit z mnoha pohledů a pro jejich výzkum byla vyvinuta řada nástrojů, většinou zaměřených na verbální text, např. měření obtížnosti textu učebnic (učením z textu se u nás intenzivně zabýval prof. Průcha, na Slovensku prof. Gavora). Naproti tomu vizuální prvky učebnic jsou předmětem pedagogického výzkumu v ČR

ojediněle, přestože tvoří jednu ze stěžejních (někdy dokonce dominantních) komponent učebnic. Jako **vizuální prostředky** označuje Průcha (1998) prostředky, kterými je v didaktických textech realizována názornost. Od dob Komenského prošly tyto prostředky v učebnicích pozoruhodným vývojem, a to především díky polygrafickým a počítačovým technologiím. Zatímco z teoretického pohledu je u nás problematika vizuální informace v didaktických textech relativně dostatečně popsána (např. Mareš, 1995), z výzkumného hlediska je objasněna jen velmi omezeně (Průcha, 1998). Přitom jsou vizuální prvky nesmírně důležité už jen proto, že vytvářejí první dojem z učebnice. Při prolístování učebnice se často řídíme obrazovým zpracováním, atraktivností fotografií, barevností ilustrací. Samotná přítomnost obrazového materiálu v didaktických textech však nemusí být apriorně efektivní. Sikorová (2007) uvádí, že i obrazově atraktivní učebnice může být ve výuce nepoužitelná a povrchní dojem z učebnice mylný. Vždy bude záležet na tom, zda obrazový materiál plní v učebnici svoje cíle a je sestaven didakticky správně.

Následující odstavce přinášejí stručný přehled o realizovaných výzkumech vizuálních prvků učebnic u nás a v Evropě.

Klasifikací a výzkumem neverbálních prvků v učebnicích se u nás zabýval např. Průcha (v učebnicích obecně), dále Wahla (1983) a Pluskal (1996) v učebnicích zeměpisu. Poslední dva jmenovaní autoři pracují s pojmem „neverbální geografické informace (NGI)“; podle Průchy (1998) mohou mít tyto klasifikace po jistých úpravách univerzálního využití. Pluskal na základě původní klasifikace Wahly vypracoval novou klasifikaci NGI, ze které pak vycházel při posuzování českých učebnic z hlediska využívání vizuální informace a odhaloval tak rozdíly mezi jednotlivými tituly. To se stalo východiskem pro jeho návrhy týkající se funkčnosti vizuální informace ve všech učebnicích – neverbální informace má mít významné zastoupení, jednotlivé prvky musí být funkční, přiměřené věku a mentálním schopnostem žáků, mají tvořit systém s narůstajícím stupněm obtížnosti, musí být technicky dokonalé, estetické a vědecky pravdivé. Pro práce Pluskala i Wahly jsou typické komparativní výzkumy, které porovnávají obrazový doprovod v učebnicích téhož předmětu v proměnách času, v různých státech, případně od různých nakladatelství. Podobně je možné srovnávat obrazové informace videoprogramů, multimediálních počítačových programů atd. (Mareš, 2002). Wahlovu klasifikaci vizuálních prvků použila ve svém výzkumu např. Hrabí (2006), která mapovala výskyt vizuálních prvků v současných učebnicích přírodopisu. S obrazovým materiálem v učebnicích se také setkáváme při hodnocení tzv. didaktické vybavenosti učebnic, kterou popsal především Průcha (1998).

Výše uvedené analýzy učebnic jsou objektivní, nezávislé na hodnotiteli. Existují však i evaluační přístupy, které jsou založeny na hodnocení určitými subjekty. Příkladem může být práce estonského profesora J. Mikka (2000) a jeho týmu, který se systematicky a intenzivně věnuje výzkumu učebnic z různých pohledů. Pro posouzení kvality obrazové informace se v Estonsku využívá metoda expertních hodnocení. Její autoři vytvořili dotazník o 48 položkách s hodnotící škálou a jednotlivé učebnice jsou posuzovány ze 4 hledisek – celková atraktivita ilustrací, vztah ilustrací k obsahu učebnice, srozumitelnost a vztah ilustrací k verbálnímu textu. Sami autoři uvádějí, že tato metoda je sice časově nenáročná, ale méně přesná. Pro doplnění proto pracují ještě s objektivní procedurou, tzv. kvantitativním vyhodnocováním dílčích parametrů vizuální informace, kde jsou brány v úvahu např. počet ilustrací na stránku, průměrná velikost ilustrace atd., což je přístup obdobný Wahlově proceduře.

Jak správně upozorňuje Průcha (1998), analýzy obrazové stránky učebnic odpovídají na otázku: „*V jakém počtu a jakého druhu mají být prostředky vizuální informace začleněny do učebnic pro jednotlivé vyučovací předměty a pro specifické věkové kategorie?*“ (s. 107). To je však pouze především kvantitativní stránka věci a tyto výzkumy nepřinášejí žádné odpovědi na to, jak konkrétně by měly jednotlivé vizuálie pro dané předměty a věkové kategorie v učebnicích vypadat, co by měly z grafického hlediska obsahovat, aby byla splněna jejich didaktická funkce.

Janko a Knecht (2009) z tehdejšího Centra pedagogického výzkumu podotýkají, že u nás ani na Slovensku není výzkum vizuálních prvků v učebnicích realizován v žádoucím rozsahu, což má za následek nedostatek informací o vizuálních prvcích v učebnicích a nedostatečné teoretické i metodologické ukotvení dané problematiky. Mnohé práce zůstávají pouze v teoretické rovině a výzkumy, které máme k dispozici, většinou vycházejí z výzkumů starších a nedochází tedy k dalšímu rozvoji. Pro československý výzkum vizuálních prvků v učebnicích je typické expertní hodnocení vizuálií dle různých kritérií (tato kritéria a metodologické postupy jsou často bohužel popsány tak, že dané výzkumy není možné replikovat). Zcela chybějí výzkumy zaměřené na úlohu vizuálních prvků učebnic ve výukovém procesu a opomíjena jsou též stanoviska uživatelů učebnic, což potvrzuje i Mareš (2002), když uvádí, že analýza obrazové složky učebních materiálů se opírá především o rozbor obrazových složek učebního materiálu samotného a o stanoviska expertů, aniž by byly brány v potaz stanoviska a výkony samotných uživatelů učebnic. Ojedinělým příkladem, kdy byla při výzkumu učebnic rozhodující interakce učebnice-žák, je studie Knechta (2006).



Hodnocením a výběrem učebnic z pohledu učitele se zabývá Sikorová (2007). Zamýšlí se nad tím, zda má běžný učitel předpoklady k tomu, aby hodnotil učebnice a shledává, že nikoliv, protože pedagogické fakulty a jiné instituce připravující učitele běžně nevedou svoje studenty k této dovednosti. Sikorová také považuje za zarážející výsledky jednoho z jejích výzkumů, kde se ukázalo, že pouze třetina z oslovených učitelů považuje za přínosné znát názor žáka na učebnice. Autorka tento stav vysvětluje tím, že model výuky s žákem v centru pozornosti se v naší zemi, kde dosud přežívá silná herbartovská tradice, prosazuje jen pozvolna a stěží. Vyzdvihuje však skutečnost, že mladší učitelé se o názor žáků na učebnice zajímají ve větší míře.

Celkově je tedy možné konstatovat, že výzkum v oblasti vizuálních prvků učebnic nepatří v rámci českého pedagogického výzkumu mezi priority, má nemalé rezervy a je záležitostí spíše ojedinělou. V současné době lze situaci v teorii a výzkumu učebnic hodnotit jako horší než před rokem 1990. V zahraničí je situace příznivější v mnoha ohledech se z ní můžeme inspirovat.

## 2.1.2 Didaktický obraz

### 2.1.2.1 Didaktický obraz – vymezení a funkce

Vizuální vytváření a předávání informací se stává stále významnějším, a to ve vzdělávacím, pracovním i mimopracovním procesu (Štikar, 1991). Prototypem vizualizace ve školním prostředí je didaktický obraz, jež představuje starý a osvědčený postup sdělování informací, o čemž svědčí příklady už z antiky. **Didaktický obraz** je jedním z nejstarších a nejběžnějších didaktických prostředků v rámci hromadné i individuální výuky, o kterém se mluví již od dob J. A. Komenského (základ novověké práce s obrazem ve vyučování nalezneme v *Orbis Pictus*, poté u Komenského následovníků – u nás např. u Amerlinga). Výsledkem dlouhého vývoje je dnešní mnohotvárnost obrazu ve výuce. Dochází tak k nové situaci ve škole, která by měla žáky vybavit předpoklady k tomu, aby se dobře orientovali v moderní době plné rozmanitých vizuálních informací (Maňák, Švec, 2003).

Teorii didaktického obrazu u nás rozpracoval prof. Macek. V jedné z jeho stěžejních prací (1984) poukazuje na skutečnost, že přestože má tento obraz jako didaktický

prostředek velkou tradicí a význam (ve výuce má funkci motivační, stimulační, expoziční, regulační, verifikační, retenční a reaktivační), není mu v pedagogické literatuře (naší i zahraniční) věnovaná dostatečná pozornost, a proto se zamýšlí nad tím, čím je tato neutěšená situace způsobena. Jako první problém vidí v samotném vymezení pojmu „didaktický obraz“. V souvislosti s vyučováním se setkáváme s celou řadou pojmů – školní obraz, učební obraz, obraz na tabuli, nástěnný obraz, obrazová učební pomůcka, apod. V době vydání Mackova pojednání nebyl téměř žádný z těchto termínů (vč. pojmu didaktický obraz) v naučných slovnících ani encyklopediích definován. Jednu z mála starších definic bychom mohli nalézt v pedagogickém slovníku Kujala a kol. (1965), kde jsou „obrazy učební“ vymezovány jako reprodukováná výtvarná díla, která svým obsahem a formou odpovídají učebním a výtvarným požadavkům školy. Jak Macek usuzuje, touto definicí je chápán obraz nástěnný. Ve školním prostředí se však setkáváme s daleko více formami obrazů. Pro vyloučení terminologických nejasností navrhuje Macek (1986) pro didaktický obraz následující definici: *„V nejširším slova smyslu chápeme pod pojmem didaktický obraz jakýkoliv dvojrozměrný vizuální názor, vytvořený nebo upravený pro výchovně vzdělávací proces s ohledem na kritéria didaktická a estetická. Tedy obraz promítaný i nepromítaný, hotový nebo postupně vyvíjený, statický i dynamický, tabulku, graf, schéma stejně jako obraz filmový a televizní“* (s. 116). V širokém pojetí tedy didaktický obraz zahrnuje názorné znázornění učiva od kresby na tabuli, tradičních nástěnných obrazů a ilustrací v učebnicích až po obraz vytvářený prostředky statické a dynamické projekce, od realistického zobrazení skutečnosti až po její transformaci symbolickou, schematickou nebo znakovou. Za didaktický obraz podle Macka ale nelze považovat např. fotografie, protože reálie nemají apriorně didaktickou funkci. Můžeme však v tomto případě hovořit o učební pomůcce. Též umělecký obraz nelze chápat jako obraz didaktický, přestože může posloužit jako dobrá učební pomůcka. Z novějších publikací přinášejí definici didaktického obrazu např. Maňák a Švec (2003): *„Didaktický obraz je zobrazení nějakého jevu pro využití v edukačním procesu, a to v rozmanitých podobách a modifikacích, bez ohledu na jeho konkrétní realizační formu“* (s. 83).

Další problém shledává Macek ve skutečnosti, že didaktický obraz je vlastně (jak je zřejmé již z názvu) integrací dvou různých oblastí – umění a didaktiky, přičemž tuto integraci pokládá za velmi problematickou, protože hraniční čára nemůže být vymezena a interakce pedagoga a tvůrce didaktického obrazu je velmi složitá. Didaktický obraz svým obsahem i funkcí uměleckou tvorbu značně determinuje a poskytuje pro realizaci uměleckých ambicí relativně omezený prostor; má zcela jiné poslání než umělecké dílo.

Záleží však také na učebním předmětu – před zcela jiným úkolem bude stát např. autor ilustrací čítanky pro základní školu a tvůrce ilustrací skript pro vysokoškolskou fyziku. Podle Macka nemusí být jednoduché získat umělce, kteří by byli ochotni podřídit se pedagogickým požadavkům na obraz. Mělo by být úkolem pedagogiky, aby integrovala umění při tvorbě svých didaktických vizuálií a sjednotila pedagogické a umělecké aspekty v teorii didaktického obrazu (Macek, 1984).

Protože je didaktický obraz chápán jako didaktický prostředek, který plní ve výuce funkce motivační, stimulační, regulační i retenční, problematika didaktického obrazu se dostává do širokých souvislostí přesahující hranice pedagogiky – úzce se dotýká kognitivní psychologie, kybernetiky, teorie informace a komunikace, sémiotiky a dalších vědních oborů. Pro tuto značnou komplexnost dané problematiky bude podle Macka (1984) vytvoření teorie didaktického obrazu úkolem velmi náročným.

Didaktickým obrazem se u nás kromě Macka zabýval také Štikar (1991), který se mj. věnoval obrazové komunikaci na obecné úrovni, sdělovači obrazu na pracovištích, správnými parametry obrazu ve filmové a televizní tvorbě a obrazové komunikaci člověka s počítačem. Tollingerová (1977) odvodila psychologické parametry obrazu, které charakterizují jeho možnost působení na žáky. Tradici a vývoj českého školního obrazu od dob Komenského do první poloviny 20. století shrnuje práce Strnada a kol. (1954).

### **2.1.2.2 Teorie k učení se z obrazových materiálů**

Všeobecně lze konstatovat, že problematika týkající se obrazového materiálu ve výukových souvislostech nepatří v naší pedagogicko-psychologické literatuře mezi prioritní oblasti. Dostupné zdroje pojednávají o učení se z obrazového materiálu většinou v souvislosti s problematikou učení se z textu. Z našich autorů se danému tématu věnuje především prof. Mareš, mj. autor článku o učení se z obrazového materiálu v periodiku Pedagogika (1995) a kapitoly o učení se ze obrazů v publikaci Psychologie pro učitele (Čáp, Mareš, 2007). Ve druhé zmíněné publikaci Mareš uvádí, že zatímco verbální učení se v psychologii zkoumá už téměř sto let, učení z obrazového materiálu je předmětem výzkumu po dobu podstatně kratší. Jedním z mnoha důvodů může být např. skutečnost, že z hlediska empirického výzkumu je obraz obtížněji uchopitelný, než text. Obrazovým výukovým materiálem Mareš (1995) chápe „*souhrnné označení pro širokou škálu materiálů, počínaje těmi, které zobrazují skutečnost poměrně věrně (fotografie, výukový*

*film, videoprogram, realistická kresba), až po zobecňující a abstraktnější vyjádření reality, která se opírají o určité konvence (zjednodušený obrázek nebo kresba, mapa, schéma, diagram, graf). Jde tedy o materiál použitelný při učení, často didakticky ztvárněný, v němž dominují neverbální prvky“ (s. 319).*

V následujících odstavcích jsou uvedeny některé stěžejní teorie, které se učení z obrazu (statického či dynamického) týkají. Nejprve je však nutné zmínit význam paměti a její strukturu. Jednu z definic paměti podává Sternberg (2002): **paměť** je prostředkem, jímž zaznamenáváme svou znalost minulosti proto, abychom ji mohli užít v přítomnosti. V rámci kognitivní psychologie byla zformována řada modelů, které popisují strukturu paměti. Koncem 60. let 20. století navrhli Atkinson a Shiffrin (1968) klasický trojsložkový model paměti, který zahrnuje paměť senzorickou, krátkodobou a dlouhodobou (někdy je zde „paměť“ nahrazována termínem „sklad“). **Senzorická (smyslová) paměť** je založena na paměti informací, které z vnějšího světa zprostředkují naše smysly (především zrak a sluch). Informace (v množství relativně omezené) jsou v této paměti uchovávány velmi krátkou dobu (ne více než několik vteřin; = tzv. ultrakrátkodobá paměť). Zraková senzorická paměť je pak označována jako paměť ikonická. **Krátkodobá paměť (short-term memory, STM)** uchovává informace taktéž přechodně, avšak na dobu delší – několik vteřin až minut. Její kapacita je omezená na několik (5-9) jednoduchých prvků a nelze ji rozšířit. **Dlouhodobá paměť (long-term memory, LTM)** s rozsáhlou kapacitou uchovává informace po velmi dlouhou dobu. Učení je pak transferem od senzorické paměti až k paměti dlouhodobé, v jehož průběhu dochází k selekci a ztrátám informací. Při percepci jsou informace z okolí uloženy na velmi krátkou dobu do senzorické paměti, jejich část se poté přesouvá do krátkodobého paměťového skladu, odkud je část transferována do dlouhodobé paměti. Tento poslední transfer je ovlivněn opakováním informací v krátkodobé paměti; existuje přímý vztah mezi tím, jak často je informace opakovaná a následnou pevností paměťové stopy. K tradičním složkám paměti někteří autoři přidávají ještě tzv. paměť pracovní, prostřednictvím které řešíme aktuální problémy. Některé zdroje uvádějí pracovní paměť jako synonymum pro paměť krátkodobou, jinde je tento typ paměti stavěn na pomezí paměti krátkodobé a dlouhodobé. Můžeme se však setkat i se zcela odlišným přístupem, podle kterého se krátkodobá paměť skládá z paměti senzorické a pracovní. Teorií **pracovní paměti (working memory, WM)** se zabýval např. Allan Baddeley (1992).

Nyní lze již volně přejít k teoriím týkajících se učení z obrazového materiálu. Jak popisuje Mareš (1995), proces zpracování vizuálních informací začíná selektivním

vnímáním obrazu (kdy může docházet ke zkreslením podmíněných např. interferencí, psychickým stavem, percepčními klamy atd.). Vybrané informace zůstávají v okamžité paměti, prioritní informace jsou překódovány a ukládány do krátkodobé paměti. Po další selekci se nejdůležitější informace přesouvají do paměti dlouhodobé (za současné reorganizace dosavadních informací tam uložených). Běžně však učící se člověk nevnímá pouze izolované obrazové informace, ale i současně informace verbální. Existuje několik teorií, jakým způsobem k tomuto současnému zpracování dvou odlišných typů informací dochází; některé z nich Mareš (tamtéž) uvádí:

Podle **modelu jednoduchého (unárního) kódování** učící se osoba analyzuje jak obraz, tak text současně, vše je zpracováno najednou v tzv. sémantické paměti. **Model dvojného (duálního) kódování** vychází ze zpracování informací dvěma, relativně izolovanými, kanály. Učící se jedinec analyzuje obraz a výsledky předává do tzv. nonverbální paměti, kde dochází ke vzniku tzv. nonverbálních pojmů. Synchronně však dochází k analýze textu a výsledky jsou přenášeny do paměti verbální, kde dochází ke vzniku verbálních pojmů. Oby uvedené druhy paměti spolu vzájemně komunikují, pojem má tedy nakonec oba aspekty – verbální i nonverbální. **Model trojného (ternárního) kódování** uvažuje, že učící se jedinec analyzuje zvukovou, psanou a obrazovou formu informací. Výsledkem jsou potom tři výstupy, jež přecházejí do kognitivního systému, kde dochází k dalšímu zpracování.

Pozastavme se nad modelem (teorií) duálního kódování. **Teorii duálního kódování (Dual Coding Theory, DCT)** poprvé předložil profesor psychologie University of Western Ontario Allan Paivio již v roce 1968. Jejím základem je, jak již bylo zmíněno, existence dvou nezávislých, ale propojených systémů kódování – verbálního a neverbálního, přičemž oba zpracovávají a ukládají odlišné informace. V těchto místech je vhodné objasnit pojem „**mentální reprezentace**“. Reprezentace je v psychologii jakýkoliv záznam, znak nebo množina symbolů, jež nám zpětně zpřítomňují (re-prezentují) určitou věc, přičemž tato věc nemusí být aktuálně přítomná. Reprezentace můžeme dělit na vnější (external representation) – např. písmo, obraz, nebo na vnitřní – tzv. mentální reprezentace (mental representation) (Eysenck, Keane, 2005). V kontextu DCT se ve verbálním systému informace ukládají do verbálních reprezentací a v neverbálním systému do vizuálních reprezentací. Vizuální reprezentace jsou velmi důležité, protože mohou uchovávat velké množství informací, jejichž verbální popis by byl často příliš komplikovaný. Oba systémy tvoří základní reprezentační jednotky – logogeny (verbální systém) a imageny (neverbální systém). Systémy jsou propojeny prostřednictvím těchto jednotek, což umožňuje daleko

pevnější zapamatování objektu/jevu, než v případě čistě verbální nebo čistě obrazové prezentace informace. Z teorie Paivia, jež byla podepřena empirickými nálezy v řadě experimentů, vyplývá, že slovní vyučování podpořené obrázky vede k lepšímu zapamatování. Paivio též potvrdil, že zapamatování obrazů je přínosnější, protože kdykoliv člověk vidí obraz, v myslí si ho popisuje. Naopak, pokud vidí slovo, ne pokaždé je v myslí tvořena představa významu tohoto slova (jinak řečeno, k abstraktním slovům hledáme obtížně obrazové vyjádření). DCT může v pedagogické praxi nalézt uplatnění např. v podobě využívání informačních a komunikačních technologií, které využívají výhod multimédií.

K dispozici je mnoho empirických důkazů, podle kterých se lidé učí lépe z kombinace text a obraz, než jen z textu samotného (Levie, Lentz, 1982), což odpovídá multimediálnímu principu výukových materiálů. Ve shodě s Ainsworthem (1999) a jeho funkční taxonomii reprezentací učiva má kombinace textu a jeho vizualizace minimálně tři funkce: má komplementární účinek, redukuje nejasnosti učiva a vzniká tak méně chybných představ, čímž může vést k důkladnějšímu osvojení učiva. Podle **Kognitivní teorie multimediálního učení (Cognitive Theory of Multimedia Learning, CTML; Mayer, 1997, 2001; Schnotz et al., 1999, 2003)**: výběr a organizace verbálních informací vede ke konstrukci verbálního mentálního modelu, výběr a organizace obrazových informací vede ke konstrukci obrazového mentálního modelu. Aby studenti dosáhli hlubšího porozumění učiva, je třeba integrovat informace z těchto dvou modelů jejich vzájemným spojováním. Proces integrace nastává, pokud jsou ekvivalentní vizuální a verbální informace přítomny v pracovní paměti ve stejnou dobu, a proto Mayer, Moreno (1998) a Sweller et al. (1998) navrhují, aby k prezentaci vizuální a verbální informace docházelo současně s cílem zvýšit pravděpodobnost uchování informací v dlouhodobé paměti. Kromě toho doporučují minimalizovat zatížení systémů dělením pozornosti studenta na překrývající se zdroje (např. učitel by neměl číst doprovodný text, který je na prezentovaném obrazu, protože obojí informaci zpracovává stejný systém a mohlo by dojít k jeho přetížení). Tento nežádoucí jev roztržité pozornosti byl nazván jako tzv. „split-attention effect“, Mayerem byl opakovaně potvrzen a stal se základem pro tzv. „spatial contiguity principle“ (podrobnosti viz Mayer, 1997, 2001).

Střídání různých zdrojů pro výuku je velmi důležité. Různorodá reprezentace může vést k hlubšímu porozumění a vyšší flexibilitě v řešení učebních problémů (Ainsworth, 1999). Žáci však mají často při studiu potíže detekovat relevantní informace a spojit informace z různých typů reprezentace (Ainsworth et al., 2002). Navíc, simultánní

zpracování informací různě prezentovaných může vyžadovat značnou kapacitu WM. Výsledkem je pak často situace, kdy se studenti koncentrují na povrchní charakteristiky učiva a vytvořená mentální reprezentace je zkreslená (Lowe, 1999). Aby tedy studenti mohli plně využívat potenciálu multimédií, je třeba multimediální výukové materiály zdokonalovat (Bodemer et al., 2004). Je však také běžným jevem, že žáci nejsou schopni identifikovat vizuální a prostorové struktury v některých obrazových reprezentacích. Mluvíme pak o tzv. „vizuální negramotnosti“ (Lowe, 1999). V budoucnu bude tedy nanejvýš důležité, aby byly zdokonalovány nejen samotné výukové materiály, ale i posilovány kompetence studentů správně se z nich učit.

Další důležitou teorií, aplikovanou především v zahraničí, je **teorie kognitivní zátěže (Cognitive Load Theory, CLT)** – vzdělávací teorie založená na znalostech kognitivní struktury člověka. CLT vychází z předpokladu, že každý člověk má omezenou pracovní paměť (potřebnou ke zpracování nových informací) a vysokokapacitní dlouhodobou paměť (nutnou pro uložení těchto získaných informací pro následné použití). V dlouhodobé paměti je vše, co bylo osvojeno a naučeno – od izolovaných faktů po komplexní koncepty a procedury. Pokud se nic nezměnilo v dlouhodobé paměti, nic nového nebylo naučeno. V procesu učení hraje důležitou roli interakce mezi pracovní a dlouhodobou pamětí. Pracovní paměť je však z hlediska stálosti a kapacity omezená a pokud dochází k jejímu nadměrnému zatěžování, nemohou pak být nové informace kvalitně uloženy v paměti dlouhodobé (Miller, 1956). U vzdělávacích materiálů, které nerespektují kognitivní strukturu lidského jedince, bude tedy pravděpodobně náhodou, zda budou efektivní či nikoliv.

Teorie kognitivní zátěže (Ayres, 2005; Chandler, 2004; Chandler, Sweller, 1991; Paas et al., 2003; Sweller, 1994; Sweller et al., 1998; Van Merriënboer,) vymezuje tři typy „kognitivního zatížení“ (cognitive load):

- **„Intrinsic cognitive load (ICL)“** – určitá přirozená zátěž; je podmíněna množstvím a charakterem vzájemně se ovlivňujících prvků tvořících dané učivo. Určuje ji komplex vzájemně se ovlivňujících elementů, které musí být souběžně zpracovány v pracovní paměti, aby došlo k pochopení a osvojení nového učiva. ICL je tedy dána komplexností a náročností učiva a nemůže být pod vlivem učitele nebo tvůrce výukového materiálu.
- **„Extraneous cognitive load (ECL)“** – zátěž, která je určena formou, jíž je dané učivo prezentováno, samotnou výukovou procedurou a typem výukového materiálu. ECL je tak plně pod kontrolou autora učebního materiálu. Podle tohoto

základu může formát výukového materiálu výrazně ovlivnit účinnost učení, protože redukcí ECL dochází k uvolnění WM. Mnoho empirických výzkumů vycházejících z CLT bylo spojeno s procedurami, které se zaměřily na redukování ECL a dnes je k dispozici celá řada návodů na tvorbu výukových materiálů s nízkým stupněm ECL.

- „**Germane cognitive load (GCL)**“ – odpovídá zdrojům pracovní paměti požadovaným k osvojení učiva, odkazuje na prostředky WM potřebné k nabytí nové informace a souvisí s úsilím zapojeným do zpracování informací. Jakékoliv snížení ECL dovoluje zvýšit GCL a tím uvolnit kapacitu WM pro učení.

Na základě CLT lze často vysvětlit úspěch či selhání různých výukových nástrojů. Pokud sloučíme východiska teorie multimediálního vyučování, teorie duálního kódování a teorie kognitivní zátěže, dojdeme k závěru, že pokud má mít vyučování kvalitní výsledky, musí být učivo prezentováno nejen verbálně, ale i graficky, avšak zároveň tak, aby nároky na zpracování učiva respektovaly kapacitu pracovní paměti.

### **2.1.2.3 Výzkumy založené na obrazovém materiálu**

Výzkum založený na obrazovém materiálu („image-based research“) se ve vyspělých zemích začal realizovat od počátku 70. let 20. století jako doplněk výzkumů zaměřených na učení se z textu (Mareš, 2002). V České republice jsou takovéto výzkumy zatím okrajovou záležitostí, ale při pohledu do zahraniční literatury lze zjistit, že výzkum na zaměřený na využití obrazů ve vyučování má slibnou budoucnost a dá se očekávat jeho rozvoj.

Mareš (2002) ve své přehledové studii odkazuje na Prossera (1998), který konstatuje, že výzkum založený na obrazech byl v historii pedagogicko-psychologického výzkumu odsouván do postranní hned dvakrát – nehodil se totiž do scientisticky orientovaného kvantitativního výzkumu a také nezapadal do pozitivistické metodologie, protože se dal jen obtížně kvantifikovat. Ale ani v kvalitativním výzkumu, kde zatím převahují verbální postupy, není příliš využíván. Mareš (2002) k tomu dodává, že nedocení obrazu jako prostředku výzkumných aktivit je v době, která sama stále více staví na obrazovém ztvárnění světa, paradoxem. Dále upozorňuje na skutečnost, že jiné vědní obory (např. sociologie, antropologie, archeologie) měly zájem na výzkumném využití obrazu již v minulých stoletích, pedagogika však bohužel nikoliv.



Obecně je ve světě realizováno několik směrů výzkumů, kde hraje obrazový materiál hlavní roli. Jsou to např. výzkumy, ve kterých obraz vystupuje jako podnětový materiál a sleduje se, jakou odezvu u pokusných osob vyvolá (příkladem může být využití různých geometrických obrazců nebo vědeckých kreseb při diagnostice geometrické nebo prostorové představivosti žáků). Obrazový materiál je hojně využíván také v psychologické praxi – využívají jej četné klinicko-psychologické, pedagogicko-psychologické a poradensko-psychologické metody. Další směr výzkumů je zaměřen na využití obrazu jako prostředku k výpovědi pokusné osoby o sobě samé a o vidění světa kolem ní (Mareš, 2002).

Výzkumy na zapamatování učiva z textů, které byly doplněny obrazovým materiálem, nepřinášejí vždy stejné výsledky, protože zde hraje roli mnoho faktorů na straně žáka, učiva, obrazu i učebních situací (Mareš, 1995). Peeck (1987) však shrnuje závěry ze 46 výzkumů a uvádí, že učení z ilustrovaného textu byla v 98 % případů účinnější, než z textu neilustrovaného (přes 80 % těchto rozdílů bylo statisticky významných).

Zajímavou oblastí výzkumu je percepce dynamického obrazu, jíž se zabýval již několikrát zmiňovaný prof. Macek. Cílem jeho výzkumu (1988) bylo odhalit skryté procesy a mechanismy percepce dynamického obrazu, trendy a tendence jeho strukturování a získání relevantních poznatků pro aplikaci do tvorby výukových médií využívajících dynamického obrazu. Experimenty přinesly mnohé zajímavé výsledky (podrobnosti viz Macek, 1988), ale je třeba k nim podotknout, že úkolem pokusných osob bylo danou informaci přečíst a zaznamenat, tedy nikoliv učivu porozumět; navíc, informace prezentovaná na obrazovce počítače byla ve formě písmen, nikoliv obrázků.

V oblasti výzkumu učení se z obrazového materiálu upozorňuje Mareš (2007) na některé dosud otevřené otázky, jako např.:

- míru negativních vlivů obrazového materiálu na učení (např. chybně koncipované obrazy, nadměrné užívání názornosti, odvádění pozornosti obrazu od textu atd.);
- způsob nejvhodnějšího ověřování účinnosti učení z obrazu (např. dosavadní převládání verbálního ověřování učiva naučeného prostřednictvím obrazu)
- vazby mezi psychodidaktickými a estetickými funkcemi obrazu;
- způsob prezentování obrazu (otázkou je, nakolik lze závěry ze zatím častějších výzkumů zaměřených na statický obraz aplikovat na obraz dynamický, zvláště ve spojení s textovým a zvukovým doprovodem).

S dnešním stavem problematiky učení se z obrazů se tedy nelze spokojit. Mareš (tamtéž) však věří, že se širším uplatněním technických prostředků ve výuce, s rostoucími možnostmi graficky bohatěji vybavit učebnice, se silícím konkurenčním tlakem výukových programů a pořadů, obrazových encyklopedií, počítačových technologií atd. bude význam učení z obrazového materiálu stoupat.

#### **2.1.2.4 Požadavky na efektivní didaktický obraz**

Pokud nahlédneme do starších didaktických publikací, konkrétní požadavky na tvorbu školního obrazu lze objevit např. v práci Strnada a kol. (1954), a to včetně tehdejších směrnic přijatých Výzkumným ústavem pedagogickým v Praze, platných pro obrazové pomůcky. Řeč je zde prakticky jen o školním obrazu nástěnném na základní škole. Některé zásady jsou však natolik obecné, že je lze aplikovat na didaktický obraz v širokém slova smyslu. Předkládány jsou zde požadavky jako přesvědčivost, srozumitelnost, jednoduchost, sdělnost či výchovnost zobrazených objektů.

Podle Štikara (1991) je obrazu/obrazovce (a zvláště pak barevné/mu) vlastní flexibilita a možnost zobrazení velkého množství detailů umožňujících poskytnout více informací v čase, přičemž hlavním problémem je právě ve využití tohoto potenciálu. Štikar tak udává některá doporučení pro efektivní didaktický obraz, jako např. dobrou čitelnost generovaných obrazců a znaků, jež je nezbytně nutnou podmínkou pro zajištění spolehlivého přenosu informace mezi obrazem a divákem.

Často diskutovaným problémem je u didaktických obrazů míra simulace reality. Jak tvrdí Macek (1986), funkcí zobrazení reality je její přiblížení žákovi, ale nejlepší způsob její simulace nemusí nutně spočívat v užití striktního realismu. Např. fotografie jsou často velmi užitečné a nutné, ale v mnoha případech jsou méně efektivní, než jiné typy grafické reprezentace. *„Nejvhodnější simulace reality nemusí být realistická úplná, nýbrž taková, která integruje nejvýraznější, nejtypičtější a signifikantní znaky v efektivním časovém a prostorovém modelu“* (s. 126).

Podle Maňáka a Švece (2003) zkušenosti s využíváním obrazového materiálu ve školním prostředí naznačují, že didaktický obraz není zdaleka vždy vytvářen adekvátně vzhledem k percepčním zákonitostem a požadavkům vyučovacího procesu. Jedná se o otázky redukce komplexní nebo nepřehledné reality na její typické vlastnosti, o redundanci obrazových informací, o otázky estetické, ale i grafické, technické atd. Jako

cestu pro zvýšení adekvátnosti obrazového sdělení Macek (1986) navrhuje jednak rozvoj žákovy kultury vidění; druhý princip potom vychází od tvůrce didaktického obrazu, který by jej měl vytvářet v souladu s didaktickými principy a přihlížet ke kognitivním procesům člověka.

Otázkou, jak vizuální a audiovizuální sdělení ztvárnit, aby byl proces učení maximálně podpořen, se zabýval Mašek (2002) a formuloval některá obecná pravidla:

- didakticky významné obrazové informace musí v obrazu dominovat;
- obrazové prvky by měly být v obrazovém rámci uspořádány podle esteticko-kompozičních pravidel (převážně nesymetricky; symetričnost by měla být vyhrazena k upoutání pozornosti na zásadní informace);
- uspořádání jednotlivých prvků v prostoru by mělo napomáhat rychlé orientaci v problematice, usnadňovat orientačně pátrací činnost;
- barevné řešení prvků by mělo být harmonické, nerušivé (barevný kontrast je vhodné rezervovat pro zásadní informace, pro upoutání pozornosti);
- vzhled a vlastnosti jednoho prvku, jedné obrazové figury, by měly být stejné v celé sekvenci záběrů, aby měl divák jistotu, že jde o týž objekt.

Čandík a Chudy (2005) se zabývali vlastnostmi obrazové informace v multimediálních výukových materiálech. Uvádějí, že kritéria pro tvorbu grafické informace se pro různé obory odlišují, ale existuje společenský požadavek na sjednocení a zevšeobecnění formálních požadavků. Tvůrce grafické výukové informace by se při respektování těchto pravidel měl stát objektivnější. Jako základní požadavky pro tvorbu grafické informace uvádějí např. tyto:

- vhodný podklad (nevhodně zvolený podklad působí ve výuce jako rušivý element);
- zjednodušení (velmi jednoduché nebo naopak velmi složité obrázky odporují zásadě názornosti a přiměřenosti);
- výběr písma (nepřiměřená velikost přispívá k nesprávnému pochopení grafické informace).

Autoři také vyzdvihují úlohu barevnosti grafické informace, a to zvláště proto, že moderní člověk je ovlivňován tolika vizuálními vlivy okolí, že úroveň vnímání a citlivosti oka na barevnost je daleko vyšší, než v minulosti (udává se, že v současnosti barva ovlivňuje člověka až o 50 % více ve srovnání s minulostí).

Maňák a Švec (2003) soudí, že nelze pohlížet na efektivitu didaktického obrazu samotnou, nýbrž dekodování informací z obrazu je třeba procvičovat. Často se totiž stává, že studenti z obrazů nevyčtou vše, co je třeba a vidí pak na obrazech něco jiného, než obrazy ve skutečnosti znázorňují. Proto je vhodné doplňovat prezentaci obrazu slovem, výkladem, komentářem. Je též žádoucí učit žáky obrazy správně vnímat, interpretovat, hodnotit a všestranně využívat, ale žádoucí je i vést žáky k tomu, aby sami obrazy tvořili a uvádět je tak do virtuálního světa vizuálií.

### 2.1.3 Statická a dynamická PC vizualizace a realizované výzkumy

Nedávné pokroky informačních technologií a grafiky přinesly možnost vizualizace nejrůznějších typů informací, díky čemuž lze dnes zobrazit prakticky cokoliv. S rozvojem digitálních technologií je již možné prezentovat učivo nejen prostřednictvím statických, ale i dynamických vizuálií (animace, video).

#### 2.1.3.1 Statická a dynamická vizualizace předmětů a jevů

Podle formy zobrazení z hlediska pohybu se obrazy dělí na statické (statická vizualizace) a dynamické (dynamická vizualizace). Dynamickou vizualizaci obrazu nejčastěji reprezentují videa a počítačové animace. Jak uvádí Hamlin (2000), lidský zrak je již odedávna nejvíce přitahován pohybem; pohyblivé předměty upoutávají naši pozornost více, než předměty statické. Charakteristickým rysem videí a animací je právě pohyb, dynamika. Formy dynamické vizualizace však nepomáhají pouze k upoutání pozornosti, ale souží i jako prostředek sdělování informací.

Podle Ainswortha a Van Labekea (2004) jsou základní formou dynamické vizualizace **animace**. Český Multimediální slovník (Pospíšil, Michal, 2004, s. 10) vymezuje animace jako „*napodobení (simulaci) plynulého pohybu skládáním jednotlivých nepohyblivých snímků nebo kreslených obrázků. Animační programy však umí vytvářet plynulý pohyb i (zadaným) vypočítáváním bodů následných snímků z bodů předchozího obrázku. Minimální frekvence, která je na hranici setrvačnosti lidského zraku, je 25 snímků za vteřinu (pohyb se již jeví jako plynulý)*“. Rieber a Hannafin (1987) definují animace jako série rychle se měnících počítačových obrázků, které vytvářejí iluzi pohybu. Podobnou

definici přinášejí Rieber a Kini (1991), kteří popisují animace jako série rychle se měnících obrazů na monitoru počítače navozující sledovateli pohyb. K tomu doplňují, že jejich cílem je vyjádření přesného průběhu určitého procesu nebo procedury a usnadnění konstrukce adekvátního mentálního modelu. Obdobně popisují animace Bétrancourt a Tversky (2000), podle nichž jsou zobrazení, která reprezentují změnu určitého procesu v čase, čímž poskytují přesnější informace, než statické obrázky. Animace jsou vlastně rychlým sledem snímků, přičemž každý navazující snímek představuje alternativu k předchozímu. Definici „animace“ uvádí i pedagogický slovník Průchy a kol. (2003), avšak v druhém jejím významu (tj. jako výchovná metoda), který nemá s naším pojetím animace žádnou souvislost.

Park a Hopkins (1992) používají termíny „statické vizuální zobrazení“ a „dynamické vizuální zobrazení“ k rozlišení statické grafiky od animací a videí. V jejich pojetí představuje statická grafika znázornění, které při poskytování informací nevyužívá pouze text, zatímco animace reprezentuje informace prostřednictvím kombinace grafiky a dynamiky. Aktuálněji popisují rozdíl mezi statickou a dynamickou vizualizací Schnotz a Lowe (2008). Podle nich je dynamická vizualizace vyobrazení, které plynule (spojitě) popisuje sled po sobě jdoucích dějů a obraz tak postupně mění svoji strukturu. Vizualizace statická nezobrazuje žádný plynulý pohyb, ale pouze dílčí specifické momenty daného děje. Je zajímavé, že ani v teorii multimediálního učení Mayera (2001) a Schnotze et al. (1999) není uveden základní rozdíl mezi statickými a animovanými obrázky – obě formy jsou zde prezentovány pouze jako příklad obrazového formátu prezentace učiva.

Pojem animace se ocitá i ve výukových souvislostech, a to zejména ve vyučování předmětů, jejichž učivo je založeno na dynamice procesů (velmi často v přírodních vědách – fyzika, chemie, biologie apod.). Dynamické učební obsahy popisují vývoj či posloupnost určitých procesů, dějů, které si mají studenti osvojit. Pokud jsou k simulaci takovýchto dějů ve vyučování využívány animace, hovoříme o **animacích výukových** (Brunyé et al., 2006), jež jsou dnes důležitým prvkem multimediálního vyučování (Amadiou et al., 2011).

### 2.1.3.2 Přednosti dynamické vizualizace

Různé formy dynamické vizualizace mají oproti formám statickým mnoho výhod a v některých ohledech jsou dokonce nenahraditelné. Přínos dynamických vizuálií je ve

světě vyzdvihován mnoha autory. Následující odstavce přináší stručný přehled pozitivních stránek využívání dynamických obrazů ve výuce.

Jak vyzdvihují Bétrancourt a Tversky (2000) nebo Tversky et al. (2002), animace podporují pochopení učiva minimálně dvěma způsoby: umožňují vytvořit adekvátní mentální reprezentaci dějů, procesů apod. a mohou zmírnit náročné kognitivní procesy (abstrahování, představivost, ...), které u některých žáků nejsou příliš vyvinuté, nebo je neumějí využívat. Protože jsou dynamické animace plynulé, poskytují více informací, než ekvivalentní statické obrázky, nabízejí daleko větší shodu daného jevu s jeho reprezentací a studenti nemusejí přemýšlet o tom, jaký daný krok se změnil v následném obrázku. Podobně uvažuje Hegarty (1992), když uvádí, že formy dynamické vizualizace dovolují ukázat trajektorii změn v procesu plynule, statická vizualizace však od studentů vyžaduje, aby si pohyb objektů představili. Pokud je třeba vyvolat efekt pohybu, v případě statických obrázků je lepší předložit obrázky alespoň dva, než vše vysvětlovat pouze v rámci jednoho obrázku. Studenti si potom všímají rozdílů mezi oběma obrazy a na základě toho si vytváří představy o dynamice daného procesu. Pro studenty však je práce se statickými obrazy celkově náročnější, protože jsou více „pracovně vyčerpávající“ aditivními procesy (srovnávání obrázků, posuzování rozdílů, identifikování významu symbolů, usuzování o naznačené dynamice, ...). To však může být pro studenty někdy velmi obtížné, zvláště pokud je učivo náročné na představení. Dochází pak ke zvýšení ECL a k nesprávnému pochopení daného jevu. Pokud jsou ale změny procesu prezentovány přesně, věrně a plynule, může dojít k odlehčení pracovní paměti a zpřístupnění kognitivních procesů žáků k jinému využití, např. k dokonalejšímu porozumění a zapamatování (Lowe, 2001). Schnotz a Rasch (2005) hovoří v této souvislosti o tzv. „*enabling function*“. Dynamické situace jsou tedy v animacích prezentovány explicitně (v případě statických obrázků nelze), což má své důsledky pro percepční a kognitivní procesy.

Dalším pozitivem výukových animací je potenciál přesného navození dynamických charakteristik jako rychlost, zrychlení atd., na rozdíl od statických obrázků, kde tyto charakteristiky musí být odvozeny žáky (Kühl et al., 2011a). Procesy, které jsou přirozeně dynamické, by měly být prezentovány dynamicky (Tversky et al. 2002). Dynamické animace mohou prezentovat viditelné jevy reálného světa (jako např. pohyb určitého stroje), ale vizualizovány mohou být i předměty a jevy, které viditelné nejsou, např. změny tlaku nebo teploty vzduchu na meteorologických mapách (Ainsworth, Van Labeke, 2004; Lowe, 2003). Dynamicky však mohou být prezentovány ještě abstraktnější informace, jako statistické koncepty (Bodemer et al., 2004), populační změny v čase (Ainsworth, Van

Labeke, 2004), nebo počítačové algoritmy (Naraynan a Hegarty, 2002). Kromě toho, že dynamická vizualizace věrně přibližuje situace a objekty, jejich vzájemné proporce a uspořádání, může realitu záměrně (ve prospěch edukace) zkreslit: některé procesy zpomalit a jiné zase zrychlit, poukázat na určitý objekt nebo situaci z jiného úhlu pohledu, zvýraznit elementy, na které by se měla ubírat hlavní pozornost studentů apod. (Hegarty, 2004).

Jak uvádí Lowe ve své práci (2001), argumentů ve prospěch používání animací, zvláště v porovnání se statickým obrazovým materiálem, existuje mnoho. Tyto argumenty jsou podpořeny afektivními i kognitivními charakteristikami animací. Atraktivní a zábavný aspekt animací není třeba zmiňovat, úspěšnost animovaných filmů hovoří za vše. Animace představují motivující formu prezentace, která umožňuje přilákat a udržet pozornost posluchačů. Bez získání počáteční pozornosti a jejího udržení je těžké dosáhnout dobrých výsledků u jakéhokoliv typu prezentace učiva. Afektivní charakteristiky jsou jistě velmi důležité, neměly by však být opomíjeny i charakteristiky kognitivní – důležité jsou především takové aspekty, jako porozumění, zapamatování, schopnost řešení problémů. Je však běžné, že tvůrci animací se kognitivními charakteristikami animací příliš nezabývají, což představuje problém, protože z hlediska studijních výsledků se jedná o vlastnosti stěžejní. Afektivní charakteristiky animací Lowe (tamtéž) popisuje jako jakési „pozlátko“, které kryje samotné jádro – charakteristiky kognitivní.

Následující přehled (podle Lowe, 2001) přináší potenciální výhody animací (v kontrastu k vizualizaci statické) s přihlédnutím ke kognitivním aspektům učení. V porovnání se statickou grafikou může být dynamická grafika:

- informačně hodnotnější, protože jednoduše přináší více informací o daném problému, než ekvivalentní statické obrázky;
- věrnějším znázorněním daného problému, protože přesné zobrazení dynamických aspektů přináší lepší srovnání mezi skutečnou situací a její reprezentací;
- více explicitní, protože každý dynamický aspekt je vyjádřen přesněji, než statické obrazy; to znamená, že by během učení mělo nastat daleko méně chyb a nedorozumění, protože u práce se statickými obrazy si student musí často souvislosti a závěry tvořit sám;
- více vysvětlující; dynamické zobrazení může povýšit deskripci na explanaci;

- více zřetelnější, protože dynamická grafika nepotřebuje k znázornění dynamiky pomocné symboly (šipky, linie atd.); obrazovka je tak „čistší“ a studenti nemusejí přemýšlet nad významem pomocných symbolů.

Toto jsou však pouze potenciální výhody dynamické vizualizace nad vizualizací statickou. Význam statických obrázků autor rozhodně nepodceňuje, o čemž svědčí i jeho tvrzení, že animace nejsou za všech okolností účinnější, než ekvivalentní statické obrazy (Lowe, 2001). S tímto názorem se ztotožňujeme.

### 2.1.3.3 Slabé stránky dynamické vizualizace

Přes mnohé výhody, které výukové animace poskytují, musíme popsat i některá jejich úskalí. V následujícím přehledu jsou uvedeny hlavní nedostatky výukových animací, v kontrastu ke statickým výukovým obrazům.

Pro animace jsou charakteristické dvě důležité vlastnosti: informace prezentovaná jejich prostřednictvím je pomíjivá, dočasná a dále, skládá se ze série vývojových kroků. Oba tyto faktory mají zatěžující důsledky na pracovní paměť, zvyšují ECL a snižují tedy účinnost animací (Ayres et al., 2005). Animace tedy neposkytují trvalou, ale přechodnou informaci. Díky tomuto pomíjivému, přechodnému charakteru animací (v zahraniční literatuře nazýván jako „*transient nature of animations*“) zůstávají prezentované informace v pracovní paměti posluchačů většinou jen několik vteřin a může být pro ně problematické zpracovat aktuální informaci a zároveň si zapamatovat informaci předchozí. Jestliže spolu navazující informace souvisejí a musejí být zpracovány odděleně, jejich pochopení a zapamatování může být značně komplikované, protože dříve prezentovaná informace mohla již zmizet. Právě dočasné trvání animací v kombinaci s omezenou pracovní pamětí může být jednou z hlavních příčin četných neúspěchů využití animací ve vyučování. V tomto ohledu se tedy zdají být výhodnější statické obrázky, u kterých je jednodušší jejich opakované prohlížení – pracovní paměť je omezená i časově, a proto je snazší se rychleji vracet v sledu informací zpět v případě statických obrázků (Ayres et al., 2005; Hegarty, 2004).

S pomíjivým charakterem animací úzce souvisí tzv. fenomén “retroaktivní inhibice”. Jeho principem je skutečnost, že pokud musí být element A osvojen dříve, než element B, který na něj navazuje, může dojít k interferenci (Bower et al., 1994). K tomu často dochází právě při prezentaci učiva prostřednictvím výukových animací. Pokud je totiž třeba, aby



došlo k pochopení elementu A, je třeba, aby byl přenesen do LTM. Jestliže však má dojít ke zpracování elementu B dříve, než došlo k uložení elementu A do LTM, dochází k retroaktivní inhibici (interferenci). Tento negativní fenomén může být opět redukován statickou grafikou.

Mnohé animace vykazují další nežádoucí vlastnost – některé objekty se v nich mohou pohybovat nebo měnit současně, což způsobuje vysokou tzv. „vizuální komplexitu“ a studenti jsou nuceni svoji pozornost rozdělit. Tento „*split attention effect*“ je ještě výraznější, když jsou animace doprovázeny psanou formou doprovodného textu (na rozdíl od mluveného komentáře) (Kühl et al., 2011b) a může vést k nedokonalému zachycení všech relevantních informací.

Poslední zde zmiňovaná stinná stránka animací je spojena s jejich atraktivním charakterem. Protože jsou různé formy dynamické vizualizace (animace a videa) často apriorně spojovány se zábavou, jejich obsah se zdá být snadný na pochopení. Nežřídká ale dochází ke vzniku tzv. „*illusion of understanding*“ (viz Bétrancourt, 2005; Lewalter, 2003) nebo k menšímu proniknutí do podstaty učiva (Lowe, 2003). Někteří autoři dokonce tvrdí, že od té doby, co jsou animace ve výuce používány (a zjednodušují realitu), zvyšují tím pravděpodobnost vzniku miskoncepcí (Mayer, 2001) a mohou degradovat učení studentů tím, že jim brání používat představivost pro vytváření jejich vlastních mentálních modelů (Schnotz, Rasch, 2005).

#### **2.1.3.4 Statická vs. dynamická vizualizace ve výzkumech**

Výuka podpořená vizualizací se v posledních letech stává předmětem zájmu pedagogů i psychologů a především v zahraničí bylo realizováno mnoho výzkumů zaměřených na účinnost různých forem statické a dynamické vizualizace ve výuce. Jejich přehled přinášejí následující odstavce.

V oblasti porovnávání účinnosti statické/dynamické vizualizace v multimediálním vyučování lze zjistit, že současné názory nejsou konzistentní a autoři se v mnohém rozcházejí. Zatímco některé studie prokazují pozitivní efekt animací v porozumění náročného učiva (např. Catrambone, Seay, 2002; Hidrio, Jamet, 2002; Mayer, Chandler, 2001; Rieber, Kini, 1991; Rieber et al., 2004; Yang et al., 2003), jiné studie ukazují jen jejich malý, nebo žádný efekt (např. Harrison, 1995; Hegarty et al., 2003; Kinzie et al., 1989; Lazarowitz, Huppert, 1993; Lewalter, 2003; Lowe, 2003; Mayer, 2005; Mayer et al.,

2005; Palmiter, Elkerton, 1993; Schnotz et al., 1999; Tversky et al., 2002) nebo dokonce efekt negativní (Lowe, 1999, 2004; Schnotz et al., 1999).

Hlavní příčinu možné převahy statických obrazů nad animacemi lze podle některých autorů (např. Ainsworth, Van Labeke, 2004; Ayres, Paas, 2007; Hegarty, 2004) hledat v přechodném charakteru animací (animace poskytují nikoliv permanentní, ale přechodné informace). Mnoho vizuálních elementů musí být uchováno v pracovní paměti, zatímco nové prvky se objevují, mění, nebo mizí. Zvláště pokud je učivo náročné a vstupní znalosti studentů nízké, může dojít ke kognitivnímu přetížení a studenti pak získávají více ze statických obrazů. Jiní autoři míní, že relativní neúspěšnost animací může být způsobena nepřiměřeným množstvím informací, které mají být osvojeny (Tversky et al., 2002), nebo že animace nejsou předváděny dostatečně dlouho, aby k osvojení došlo (O'Day, 2006). Large et al. (1996) poznamenává, že neúspěchy v užívání animací mohou být také zapříčiněny velkou komplexností doprovodného textového materiálu. Mayer (2005) zase tvrdí, že při sledování animací jsou studenti příliš pasivní a že práce se statickými obrázky umožňuje větší zapojení studentů do učení a aktivnější přístup při zpracování prezentovaných informací. Obdobně uvažuje Hegarty et al. (2003), který uvádí, že práce s textem a statickým grafickým materiálem může být činností mnohem aktivnější, než pasivní sledování animací. K podobným výsledkům došel i Bodemer et al. (2004), v jehož výzkumu byli studenti vyzváni k integraci informací z textu a obrazu a dospěli tak k lepším výsledkům, než studenti sledující tyto již integrované informace v animaci. Schwan a Riempp (2004) označili tento fenomén pasivního sledování animací jako „*couch potato*“.

K dispozici jsou však výsledky mnoha výzkumů, které účinnost výukových animací potvrzují. Z těchto výsledků je zřejmé, že za určitých podmínek animace redukuje požadavky na zpracování informací, vytvoření mentálního modelu a zakódování informací do dlouhodobé paměti. V případě učení se ze statických obrázků si žáci musejí příslušné mentální modely vytvářet kompletně sami, a tedy ne vždy zcela správně.

Přestože jednotlivých výzkumů v této oblasti bylo v zahraničí realizováno velké množství, prozatím není k dispozici mnoho ucelených systematických koncepcí výzkumných výsledků. Tento fakt se stal východiskem pro německé výzkumné pracovníky (Höffler, Leutner), kteří roku 2007 provedli metaanalýzu, v níž porovnávali a diskutovali výsledky 76 dílčích experimentů, srovnávajících výsledky využití statické a dynamické vizualizace ve výuce. Tato studie přináší komplexní přehled výzkumů a analyzuje, jaká forma vizualizace je efektivnější a za jakých podmínek. Snahou autorů bylo též identifikovat faktory zodpovědné za úspěšné učení se z animací. Metaanalýza se zaměřila

na celkem 76 experimentů (v rámci 26 studií), přičemž analyzované studie byly z období 1973 – 2003 (z toho jen 3 studie z období před rokem 1980 – tedy v době, kdy bylo využití počítačů ve výuce velmi omezené). Ve většině studií byly porovnávány statické obrázky s animacemi, ojediněle (v 6 případech) s videoklipy. Respondenty byly většinou vysokoškoláci, méně středoškoláci a dospělí. V rámci metaanalýzy byly zjišťovány rozdíly v učení se z PC/video animací, rozdíly mezi různými formami PC animací (podle stupně realismu), rozdíly mezi animacemi reprezentačními a dekoračními (v reprezentační animaci je učební obsah explicitně vyjádřen, kdežto primární funkce dekoračních animací je motivovat studenta – viz Carney, Levin, 2002). Další dílčí analýzy byly zaměřeny na úlohu takových proměnných, jako text doplňující vizualizace, signální vodítka, učební předmět, druh osvojovaných vědomostí, typ respondentů (studenti různých typů škol a úrovní, studenti/dospělí, začátečníci/pokročilí atd.) atd.

Souhrnné výsledky prokázaly statisticky významnou převahu účinnosti animací v porovnání se statickými obrazy. Co se týče některých konkrétních proměnných, výsledky přinesly zjištění, že „reprezentační animace“ jsou efektivnější, než „reprezentační statické obrázky“, zatímco „dekorační animace“ nejsou přínosnější, než „dekorační statické obrázky“. Zdá se tedy, že animace jsou zvláště účinné tehdy, když pohyb, který vyjadřují, odpovídá učivu, které má být osvojeno. Dekorační animace mohou totiž strhnout pozornost nežádoucím směrem a tím (ruku v ruce s CLT) zvýšit ECL a zatížit kapacitu pracovní paměti, k čemuž dospěl např. Lai (2000) ve svém experimentu (kde bylo při výuce programování použito animovaných postaviček). Přestože dekorační vizualizace mohou zvyšovat motivaci studentů (Levin et al., 1987), tento efekt zřejmě hraje v rámci celkového procesu učení minoritní roli.

Dalším faktorem, který byl podroben analýze, byl typ vědomostí a schopností, které mají být osvojeny. V jednotlivých sledovaných experimentech bylo po studentech požadováno osvojit si „běžné vědomosti“, dále potom „schopnosti řešit problémy“ (vyžadují hlubší porozumění) a konečně „procedurálně-motorické znalosti“ (např. natrénovaná schopnost sestavit určitý přístroj). Animace mají nad statickými obrázky při osvojování vědomostí největší převahu u procedurálně-motorických znalostí, méně potom u znalostí vysvětlujících a nejméně u schopností řešit problémy. Toto zjištění je poměrně překvapivé (srov. Mayer, Moreno, 2002). Je však třeba vzít v úvahu fakt, že všechny experimenty, ve kterých se vyučovalo motorickým dovednostem, byly založeny na reprezentačních animacích a obrazech, zatímco v experimentech zaměřených na schopnostech řešit problémy bylo užito reprezentačních i dekoračních animací a obrazů.

Pokud byl uvažován rozdíl mezi PC a video animacemi, efektivita reprezentačních animací byla o něco vyšší u video animací, ale ne výrazně. Nutno podotknout, že téměř všechny posuzované video-animace byly reprezentační a naproti tomu čtvrtina PC-animací byla dekorační; pokud byly uvažovány animace jako takové (dekorační a reprezentační), ukázala se převaha video-animací, což však může být velmi pravděpodobně způsobeno tím, že velká část z PC-animací měla funkci dekorační. Další posuzovanou proměnnou byla úloha doprovodného textu. Většina obrazových materiálů jím doplněna byla a i v případech bez textového doprovodu se ukázala vyšší efektivita animací, než statických obrázků. Co se týče předmětů, ve kterých byly experimenty prováděny, největší rozdíly v efektivitě animací v kontrastu se statickými obrázky (přičemž se animace ukázaly jako efektivnější) byly zaznamenány ve vojenských předmětech, velké rozdíly se ukázaly i v chemii a matematice, ve fyzice a biologii byly již menší. Je však třeba přihlídnout k atributům animací v jednotlivých předmětech (animace měly různé kombinace vlastností – např. PC/video animace, reprezentační/dekorační animace, animace bez signálních vodítek/s vodítky, animace s/bez textem atd., což hraje zřejmě velkou roli) a také ke skutečnosti, že experimenty ve vojenské výchově byly realizovány pouze 3.

Popsaná metaanalýza přispěla ke komplexnímu pohledu na srovnání účinnosti různých forem vizualizace ve vzdělávacím procesu. Zde je však třeba uvést několik důležitých poznámek. Nejprve, animace všech posuzovaných experimentů byly animace „ne-interaktivní“, to znamená že studenti nemohli zasahovat do jejich průběhu. Faktor interaktivity by mohl mít důležitý pozměňující vliv a zabývali se jím např. Nerdel (2003) a Ploetzner, Lowe (2004). Dále, vždy šlo jen o porovnávání statiky s dynamikou a nikdy se nepracovalo s kombinací obojího. Tím byla z metaanalýzy vyloučena řada studií. Nebraly se též v potaz některé další faktory jako např. vstupní znalosti studentů (čímž se zabývá např. ChanLin, 2001), jejich prostorová představivost (Yang et al., 2003), motivace (Höffler, 2003), počet statických obrazů (Hegarty, 1992) a čas na učení (Tversky et al, 2002). Závěry metaanalýzy je proto třeba brát s rezervou a sami autoři je doporučují validovat realizací dalších výzkumných šetření. Výsledky však rozhodně naznačují, že animace mají velký potenciál (za specifických podmínek a v určitých oblastech) učení usnadnit (dokonce i bez přidané interaktivity). Z výsledků metaanalýzy však také vyplývá otázka: mohou být statické obrázky nějakým způsobem zdokonaleny, aby byly potlačeny jejich nevýhody oproti dynamickým animacím?

### 2.1.3.5 Faktory uplatňující se při učení se z animací

Na pozadí učení se z dynamických vizuálií je velké množství faktorů, které účinnost tohoto učení ovlivňují. Animace mohou nabývat různých forem, podobně mohou být variabilní i charakteristiky studentů apod. Následující přehled přináší výčet základních faktorů (proměnných), které se při učení z dynamických (potažmo statických) forem vizuálií uplatňují:

- REALISMUS OBRAZU

Jedním z faktorů, jehož vliv bývá ve výzkumech zaměřených na účinnost vizualizace učiva sledován, je míra realismu obrazu. Ve většině studií je pracováno s **obrazem schematickým**, jež vystupuje jako protiklad **obrazu realistického** a vzniká jeho zjednodušením. Malá československá encyklopedie (Říman, 1987, s. 597) udává tuto definici schématu: „*grafické znázornění struktury a vztahů určitého jevu nebo procesu, jako umístění jevu ve věcné, prostorové nebo časové soustavě nebo jako náčrtek zobrazující podstatné části objektu*“. Maňák a Švec (2003, s. 85) k tomu dodávají, že schéma má na jevech zobrazit, zachytit jejich podstatné, výrazné nebo specifické rysy, které se v realitě nebo v realistickém zobrazení ztrácejí v globalitě podstatného a nepodstatného, typického a náhodného.

Jak uvádějí Scaife a Rogers (1996), lidé často vycházejí z předpokladu, že čím je dynamická vizualizace realističtější, tím bude hodnotnější a přínosnější, než vizualizace méně realistická. Podle mnoha autorů (např. Lowe, 1999, 2004; Rieber et al., 2004) je však síla média často právě v jeho schopnosti zjednodušit nebo zkreslit realitu žádoucím způsobem. V tomto kontextu podobně uvažují i čeští autoři Jakeš a Michalík (2009). Podle nich je vytvoření simulačního modelu s takovou přesností, aby jeho chování za všech okolností zcela odpovídalo realitě, nemožné. To však ve vyučování není na obtíž, spíše naopak. Při vytváření výukových animací simulujících určité děje jsou totiž vždy některé reálné vlastnosti těchto dějů více či méně záměrně potlačeny nebo zjednodušeny s ohledem na sledované výukové cíle. Vysoce realistické obrazy nebo videa jsou často předimenzovány množstvím detailů a podrobností, které nejsou pro pochopení příslušného učiva podstatné a mohou zvyšovat kognitivní zátěž.

Výsledky experimentů (např. Rieber et al., 1991; Rieber et al., 2004) naznačují, že animace s nízkým stupněm realismu nutně neústí v horší výsledky, což je konzistentní s Tversky et al. (2002), kde se přímo uvádí: „*Animace by měly vést k schematismu a ustupovat realismu*“ (s. 258). Lowe ve svých výzkumech (např. 1999) zjistil, že

prezentace realistických dynamických situací je problematická zejména pro méně zkušené posluchače, kteří jsou přetížení mnoha informacemi a z tohoto „předimenzovaného“ dynamického obrazu jim činí potíže extrahovat informace zásadní. Výzkumníci Mayer, DeLeeuw a Ayers (2007) vyzkoušeli do výukových materiálů přidat doplňkové (avšak relevantní) grafické prvky a zjišťovali vliv tohoto zákroku na studijní výsledky. Ukázalo se, že v dynamickém i statickém médiu měly dodatečné informace negativní efekt na učení a jejich přítomnost vedla k retroaktivní interferenci. Přestože autoři předpokládali, že dodatečné informace podpoří uvažování, ve skutečnosti jejich zařazení vedlo ke zvýšení ECL. Lusk a Atkinson (2007) rovněž potvrdili, že zvyšující se množství informací v animacích potlačuje učení. Kardinální pravidlo, navržené Kosslynem (1989) zní, že „v ilustrovaných výukových materiálech by nemělo být zobrazeno ani více, ani méně informací, než je pro studenta potřebné“ (s. 211). Studie Canhama a Hegartyho (2010) tento princip potvrdila. Její autoři však dodávají, že v procesu porozumění grafiky jsou (kromě správně navrženého grafického zobrazení) důležité také schopnosti studenta selektovat z obrazu relevantní informace.

Z výsledků výše uvedených výzkumů je patrné, že některá zkrácení reality mohou porozumění učivu výrazně přispět. Podle výsledků metaanalýzy Höfflera a Leutnera (2007) je neefektivnější střední úroveň schematismu obrazu. Závěry studií v této oblasti nejsou zcela jednoznačné a jednou z klíčových otázek budoucnosti bude nalezení optimální míry zkrácení – míry realismu/schematismu obrazů.

- INTERAKTIVITA DYNAMICKÉHO OBRAZU

**Neinteraktivní** dynamické formy vizualizace zahrnují animace nebo videa, které jsou přehrávány konstantní rychlostí a kvůli přednastavenému časovému rozsahu nemůže být jejich průběh pozměňován uživatelem. Důležitou charakteristikou těchto vizuálií je jejich pomíjivost (Ainsworth, Van Labeke, 2004). Velmi zatěžující pro pracovní paměť je situace, kdy informace prezentovaná v určité fázi výkladu je potřebná i ve fázích dalších (což bývá velmi obvyklé). V případě statické vizualizace se lze v popisu daného jevu vracet zpět podle potřeb studentů, u neinteraktivních výukových animací to však běžné není. Zajímavé výzkumy zaměřené na pohyby očí během učení se ze statických snímků (př. Hegarty, 1992) odhalily, že při učení se studenti mnohokrát vraceli k předcházejícím snímkům. Studenti zde vlastně používali statické obrázky jako „externí pracovní paměť“, čímž ulevovali své faktické mentální pracovní paměti.

Kromě pomíjivosti je problematická též konstantní rychlost animace. Otázkou je, zda studenti stíhají vnímat informace, které k nim přicházejí neměnnou rychlostí. Problém

může nastat hlavně v případech, kdy se některé změny v animaci odehrávají zároveň. Při učení z textu (nebo jiných statických médií) mohou studenti rychlost učení upravit dle svých potřeb (podle měnící se obtížnosti učiva mohou učení zpomalovat či zrychlovat). To však u neinteraktivních animací možné není.

U pravé **interaktivity** mají studenti možnost zpomalovat či zrychlovat průběh animace tak, aby pro ně byla rychlost prezentace učiva optimální. Kromě toho se v animaci mohou vracet a znovu si prohlédnout jakýkoliv úsek. Tato schopnost ovládnutí animací přináší mj. větší aktivitu studentů při učení. Bylo by však mylné předpokládat, že zdokonalování dynamické vizualizace je jen otázkou tvorby interaktivních animací. Interaktivní animace totiž, přes svoje četné výhody, uvalují na studenty určité požadavky.

V první řadě, pro interaktivní animace je charakteristický tzv. „interface“ (volně přeloženo jako „mezistyk“). Tato skutečnost sama o sobě může zvyšovat kognitivní zátěž a tedy komplikovat učení (Sweller et al., 1998). Studie týkající se interakce lidí s počítači (př. Hutchins et al., 1986) poskytují návody, jak navrhovat přirozené mezistyky tak, aby byla kognitivní zátěž redukována. Není to však jednoduché, pokud je učivo příliš náročné a komplexní.

Dále, aby interaktivní animace byla efektivní, je třeba pracovat se studenty, kteří nejsou jen motivovaní, ale mají jisté metakognitivní schopnosti užívat interaktivních materiálů. Interaktivní animace uvalují na studenty v procesu učení další práci navíc a tyto aktivity vyžadují zvláštní návyky. Kromě toho může být i v dnešní době ještě pro někoho náročné manipulovat s počítačem (viz počítačová gramotnost). Výzkumy konzistentně prokazují, že schopnosti studenta jsou klíčovým faktorem v efektivitě kontroly nad učebním materiálem. Čím více je student zkušenější, tím je pro něj kontrola efektivnější a naopak (Kalyuga, 2007; Kalyuga et al., 1999).

V neposlední řadě, tvorba interaktivních animací je technologicky náročná a situace, kdy by každý student ve výuce „nepočítačových disciplín“ pracoval na svém počítači je technicky i organizačně složitá.

Co se týče výzkumů v této oblasti, Hegarty (2004) provedl experimenty (kde studenti měli/neměli kontrolu nad průběhem animací) a potvrdil, že lidé se naučí více, když jsou během učení aktivní. Také Mayer a Chandler (2001) objevili důkaz, že kontrola studentů nad výukovými animacemi je prospěšná a pokud student animaci ovládá, zamezuje tím přetížení WM. Hasler et al. (2007) rovněž shledali interaktivní a (zároveň segmentované animace – viz dále) užitečné, přičemž vyzdvihují především jejich menší nároky na WM a možnost klidnějšího zpracování informací. Ve skupinách, kde měli studenti možnost

průběh animace (prezentující princip střídání dne a noci) ovládat, se ukázala vyšší účinnost animací (přesto, že tlačítka byla studenty užívána jen zřídka). I další současné studie přinášejí zjištění, že se stoupajícím stupněm interaktivity animací lze dosahovat lepších studijních výsledků (např. Lowe, 2004; Rieber et al., 2004; Schnotz, Rasch, 2005). Paas et al. (2007) však prokázal, že interaktivita byla efektivnější u skupiny studentů, kterým byla prezentována série statických obrazů (i se statickými obrazy lze pracovat interaktivně), než ve skupině studentů s animacemi. Boucheix a Schneider (2009) testovali efekt kontroly průběhu animace (ve výkladu o principu trojkladkového systému). Kontrolovatelné animace však výraznější efekt na porozumění nepřinesly (kromě studentů s nízkou prostorovou představivostí a nízkým stupněm mechanického uvažování).

Starší analogové prezentační technologie (filmy, videopásky) byly nepraktické a pro flexibilní sledování informací nepohodlné. Moderní PC technologie však dovolují vysokou kontrolu studentů nad animacemi. Je třeba uvážit, jak tento interaktivní potenciál nejlépe edukačně využít, protože dosavadní výsledky výzkumů v jednostranný prospěch interaktivních animací nehovoří.

- **SEGMENTOVÁNÍ ANIMACÍ**

Animace, jež popisují dané dynamické procesy, jsou často tvořeny pouze jedinou kompletní souvislou sekvencí. Pokud je animace rozdělena do několika sekvencí, které znázorňují jednotlivé fáze daného procesu postupně, hovoříme o tzv. **segmentovaných animacích** (*segmented animations*). Mayer a Chandler (2001) došli k názoru, že prezentování animací rozčleněných na jednotlivé kroky je velmi efektivní, a to zvláště tehdy, pokud je na závěr prezentace učiva promítnuta celá animace najednou. Segmentované animace a videa také ve svých experimentech úspěšně využívali např. Moreno (2007) a Hasler et al. (2007). Technika segmentování může výrazně zmírňovat pomíjivý účinek animací a představuje další způsob, jak redukovat ECL a odlehčovat WM.

- **SIGNÁLNÍ VODÍTKA**

Lidská vizuální pozornost je vysoce selektivní a může se zaměřit pouze na určité části obrazu v určitý moment. Při učení se z animací je důležité nasměrovat studenty tak, aby upřeli vizuální pozornost v pravý čas na pravé místo (Schnotz, Lowe, 2008). Častým problémem je, že studenti se soustředí na výrazné, ale nikoliv nejpodstatnější informace v animaci, takže ve výsledku nejsou schopni vytvořit si adekvátní mentální model daného procesu (Boucheix, Lowe, 2010; Meyer et al., 2010). Jednou z cest, jak zvyšovat efektivnost dynamických prezentací a zdokonalit jejich potenciál, je snaha usměrňovat pozornost studentů na relevantní rysy popisovaného objektu/děje prostřednictvím tzv.



„**signálních vodítek**“ (v anglické literatuře označovaných jako „signal cues“ nebo zjednodušeně „cueing“). Úloha signálních vodítek je studována v kontextu vizualizace statické i dynamické, dokonce jsou k dispozici i výsledky z ojedinelých studií využívajících dynamických signálních vodítek ve statických obrázcích (př. Grant, Spivey, 2003).

Mnoho empirických výzkumů funkci signálních vodítek potvrdilo (např. De Koning et al., 2007; Kalyuga et al., 1999; Lusk, Atkinson, 2007). V experimentu Moreno (2007) ale signalizace žádný úspěch nepřinesla, přestože měla učení usnadnit. Moreno to vysvětluje tím, že signalizace vyvolala *split-attention effect*, což je konzistentní s tvrzením Sancheze a Wileyho (2006) – pokud jsou některé prvky výukového materiálu velmi výrazné, příliš atraktivní, mohou strhnout pozornost studenta nežádoucím směrem, výsledkem čehož je zhoršená míra porozumění učivu.

Výzkum zaměřený na vliv signálních vodítek ve statické a dynamické vizualizaci realizovali Lin a Atkinson (2011). V jejich experimentech hrály hlavní roli dvě proměnné – typ vizualizace (statická/dynamická) a přítomnost/absence vizuálních vodítek. Výsledky ukázaly, že studenti, kteří se učili z animací, dosáhly lepších výsledků, než studenti učící se ze statických obrázků. Dále, s použitím výukových materiálů s vizuálními vodítky bylo dosaženo lepších výsledků, než u materiálů bez vizuálních vodítek. V případě statické vizualizace trvalo osvojit si daný učební obsah s pomocí vodítek kratší dobu (než bez nich), u animací to trvalo s vodítky či bez nich stejný čas. Autoři tedy shledali, že typ vizualizace je významným činitelem, který ovlivňuje účinnost využití signálních vodítek.

Signální vodítka mohou nabývat různých podob, například **šipek**. Ty mohou sloužit jako zvýraznění určitých prvků animace, ale mohou také naznačovat pohyb (Cutting, 2002), což však může studenty mást. Používání šipek jako signálních vodítek by se tedy mělo vždy důkladně zvážit. Další formou signálních vodítek jsou **barevná zvýraznění**. U statických i dynamických obrazů je to možné buď zvýrazněním určitých částí obrazu, nebo zvýrazněním vztahů mezi jednotlivými částmi obrazu. Pokud je obraz doplněn textem, může být příslušná část textu zvýrazněna stejnou barvou, kterou je v obrazu zvýrazněn určitý prvek, vztah apod. (Boucheix, Lowe, 2010). Jinou možností je **ztlumování odstínů** aktuálně nedůležitých prvků v obrazu. De Koning et al. (2007) aplikoval tuto techniku na učivu o principech fungování lidského srdce (využil tzv. „spot-light effect“). Signální vodítka tohoto typu se ukázala jako prospěšná – zvýrazňování klíčových informací redukovalo ECL a studenti nebyli zatěžováni nerelevantními informacemi.

Signalizace důležitých momentů může být zprostředkována také **změnou rychlosti** animace. Některé procesy by nebylo vhodné prezentovat v jejich přirozené rychlosti – např. pohyb jazyka chameleona při lovu hmyzu vs. růst rostliny (Meyer et al., 2010). Úpravou rychlosti animace lze zpřístupnit našim kognitivním procesům jevy, které jsou příliš pomalé nebo rychlé na to, aby byly adekvátně percipovány (Schnotz, Lowe, 2008). K pozitivnímu efektu změny rychlosti animací dospěl např. Fischer et al. (2008) (při demonstraci principu pohybu kyvadlových hodin), když prokázal, že změnou rychlosti animace lze skutečně zvýraznit důležité jevy, které by byly jinak obtížněji identifikovatelné. Lowe ve svých experimentech (1999, 2003) zjistil, že zvláště u méně zkušených studentů hraje významnou roli, jakou rychlostí se události v animaci odehrávají; konkrétněji, že méně zkušeným studentům činí větší potíže učení se z rychle plynoucích animací. Na druhé straně – pokud se změny v animaci odehrávají příliš pomalu, i zde mají někdy studenti problémy s jejich zachycením (Simons, Levin, 1997), a to dokonce i v případech, kdy byly studenti na budoucí změny upozorněni (Simons et al., 2000).

Zvláštním typem signálního vodítka může být tzv. „**zoomování**“. Výzkumy v této oblasti provedl např. Amadiou et al. (2011). Učební látkou byla neurobiologie na molekulární úrovni a signální vodítka zde měla podobu „zoomování“ důležitých informací (zvětšování části obrazu) v každém kroku. Příslušná výuková animace byla spuštěna 3x, jedné polovině studentů s vodítky, druhé polovině bez nich. Na základě doporučení Bétrancourt (2005) byla po každém důležitém kroku animace vložena krátká pauza, aby došlo ke zdokonalení příjmu informací (viz též Spanjers et al., 2011). Výsledky prokázaly, že po třech expozicích animace s vodítky došlo u studentů k redukcí ECL (po prvním promítnutí však žádný efekt vodítek nebyl nalezen). Pokud se jednalo o základní elementární vědomosti, došlo k jejich zdokonalení v obou skupinách. Úkoly komplexního charakteru významně zvýšily vědomosti jen u skupiny, které byla prezentována animace s vodítky. Výsledky tohoto experimentu se shodují s výsledky empirického šetření Schneidera (2007), kde opakované promítání animace vedlo také k lepším výsledkům a může tak být považováno za další faktor uplatňující se při učení se z animací.

Všeobecně se usuzuje, že usměrnění pozornosti na relevantní prvky animace hraje v navrhování efektivních výukových animací klíčovou roli (Fischer et al., 2008). Otázkou však zůstává, zda jsou signální vodítka srozumitelná všem studentům a zda není místo vodítek vhodnější doprovodný komentář učitele, který na důležité prvky upozorňuje (případně kombinace vodítek s doprovodným komentářem).

- ÚLOHA DOPROVODNÉHO TEXTU

Statické výukové obrázky i výukové animace většinou bývají doprovázeny určitou formou textu – buď textu psaného (na papíru/na obrazovce, plátně), nebo textu mluveného (hlasový doprovod učitele, PC audio nahrávka). Text poskytuje doplňující a vysvětlující informace k vizualizaci, udržuje pozornost žáka na obraz a může redukovat požadavky na zpracování vizuálních informací. Pokud studenti dostanou učivo prezentované formou statické grafiky a textu, nemělo by docházet k velkým ztrátám informací, protože studenti mají možnost se v textu i statické grafice vracet a pracovat vlastním tempem. Problém může nastat právě v případě výukových animací – studenti musí tempo učení přizpůsobit dynamice animací a zároveň vnímat doprovodné verbální informace. Nemohou si dovolit zmeškat některé poznatky, které by jim chyběly v navazujícím výkladu, protože v animacích se lze vracet jen obtížně.

Výzkumy založené na porozumění textu (bez doprovodné vizualizace) ukazují obecnou převahu psaného textu nad textem mluveným (př. Müsseler et al., 1985). V multimediálním vzdělávání jsou však prokazovány lepší výsledky v případech, kdy je vizualizace doprovázena textem mluveným, takže textová modalita nemůže být hodnocena sama o sobě (Moreno, Mayer, 1999; Sweller, 1998). V těchto případech je převaha mluveného slovního doprovodu vysvětlována tak, že pro studenty je velmi náročné soustředit se na dynamickou vizualizaci a psaný doprovodný text zároveň (př. Mayer, Moreno, 1998). Pokud je totiž vizualizace doprovázena mluveným textem, student může obě formy reprezentace zpracovávat simultánně (což zabraňuje vzniku „split attention effect“). V případě doprovodného psaného textu však musí být text uchováván v pracovní paměti do té doby, než bude dále integrován s vizuální informací. Studenti tak mohou nesprávně vybírat a zpracovávat podstatné informace a potenciál dynamické vizualizace nemusí být naplněn - na rozdíl od kombinace vizualizace s mluveným projevem, kdy studenti nemusí roztříštit pozornost mezi text a vizuálie (Park et al., 2011).

Co se týče psaného doprovodného textu, nemusí vždy záležet na pouhé jeho přítomnosti, ale i na jeho umístění v obrazu. V Istanbulu byl proveden výzkum na základních školách (Kablan, Zerden, 2008), který byl zaměřen na rozdíly v učení se z animací, do kterých byl text přímo integrován, v kontrastu s animacemi, kde text jejich přímou součástí nebyl - byl promítán na jiné místo obrazovky (jednalo se o naprosto identický text, jen byl umístěn separovaně od animace). Experiment prokázal, že v případě textů integrovaných do animací dosáhli studenti lepších výsledků a k pochopení vynaložili menšího mentálního úsilí, než v případě, kdy byl text od animací umístěn odděleně.

- VSTUPNÍ ZNALOSTI STUDENTŮ

Individuální rozdíly ve vědomostech studentů mohou hrát v učení se z různých forem vizuálí důležitou roli. Schnotz (např. 1999) uvažuje vstupní vědomosti jako důležitý faktor, který formuje individuální rozdíly v efektivitě grafických výukových materiálů. Ukazuje se, že student s vyššími vstupními znalostmi nemusí investovat do učení tolik úsilí a tím je obdařen vyšší kognitivní kapacitou pro porozumění učiva (ChanLin, 2001; Höffler, 2003; Nerdel, 2003).

Nedávné experimenty (Canham, Hegarty, 2010) potvrdily, že vstupní vědomosti mohou ovlivnit selekci informací z grafiky, jejich dekodování, interpretaci a činění závěrů. Platnost výsledků experimentů je však omezená, protože se zkoumalo porozumění velmi jednoduchému typu grafiky (př. grafy). Na těchto obrazech si studenti pravděpodobně všimli všech informací. Užívání složitější grafiky však vyžaduje úkol selektivně vybírat relevantní informace z velkého množství zobrazených informací. Navíc, úkoly studentů byly jednoduché – přečíst z grafu nějakou hodnotu, popsat trend, ale úkoly komplexnějšího charakteru zde zařazeny nebyly.

- **KOMPETENCE STUDENTŮ UČIT SE Z VIZUÁLÍ**

Dalším faktorem, který může ovlivňovat učení se z vizuálí, je kompetence studentů učit se z nich. Jak uvádí Lowe (1999, 2003, 2004), aby došlo ke zdokonalení učení se z různých forem vizuálí, je zřejmě třeba osvojit si způsob, jak identifikovat relevantní komponenty z obrazu, jak spojovat časově a prostorově oddělené prvky k sobě. Studenti dost možná také potřebují naučit se, jakým způsobem správně spojovat informace prezentované obrazem s dalšími informačními zdroji, jako např. s výukovými texty. Jak uvádí Ploetzner et al. (2004), v příštích letech možná nebude zdokonalována vizualizace sama o sobě, ale spíše bude docházet ke konceptualizaci učebních strategií při učení se z těchto materiálů, což souvisí s rozvojem vizuální gramotnosti.

U některých (především u začínajících, méně zkušených studentů) se ukazuje, že jejich schopnosti extrahovat relevantní informace z výukových materiálů jsou omezené. V četných výzkumech Lowe (např. 1993, 1994, 1996) bylo prokázáno, že pokud měli začínající studenti za úkol po prezentaci učiva nakreslit určitou informaci, zakreslili prvky nejvýraznější, zatímco pokročilejší studenti zakreslili prvky nejrelevantnější. Lowe tyto experimenty prováděl ve výuce meteorologie. Kombartzky et al. (2010) zjišťoval, jaký vliv na vzdělávací výsledky má osvojená strategie učení se z animací. V prvním experimentu se studenti v první skupině učili z animací bez naučené strategie, v druhé skupině byli studenti podpořeni v učení se z animací strategií, jak se z animací správně učit (využití dané strategie v tomto případě nebylo monitorováno). Studenti druhé skupiny dosáhli

výrazně lepších výsledků. Druhý experiment byl modifikován tím, že u studentů bylo monitorováno, zda danou strategií při učení opravdu využívají. Tato modifikace rozdíl ve výsledcích obou skupin ještě zvýšila.

- VIZUÁLNÍ KOGNITIVNÍ STYL STUDENTŮ

S kompetencí učit se z vizuálií souvisí i vizuální kognitivní styl studentů. Existují důkazy, (např. Mayer, Maasa, 2003), že u některých lidí převažuje vizuální učení („vizualizéři“), u jiných učení verbální („verbalizéři“); případně může jít o kombinaci obojího.

Roli vizuálního kognitivního stylu zkoumal např. Höffler et al. (2010) ve dvou multimediálních studijních prostředích (text + statické/dynamické obrázky). Studenti byli rozděleni do dvou (přibližně stejně početných) skupin podle vizuálního kognitivního stylu na tzv. „highly developed visualizers, HDV“ a „less developed visualizers, LDV“. Učebním tématem byly primární procesy fotosyntézy. Procesy byly vyobrazeny na 16 statických obrázcích/animacích v kombinaci se stručným vysvětlujícím textem, nepřevyšujícím 4 věty na obrázek/animaci (= 38 slov). Na statických obrázcích byl pohyb znázorněn šipkami. Po experimentu byl měřen kognitivní styl studentů a také jejich vědomosti. HDV studenti, kteří se učili ze statických obrázků, uspěli lépe, než LDV studenti, kteří se učili z animací. LDV studenti prospěli stejně v případě animací i statických obrázků. V tomto případě se tedy nenašlo odůvodnění, proč by měly být statické obrázky převáděny do animací. Zajímavé je zjištění, že HDV dosáhli lepších výsledků při využívání statických obrázků. Mohlo to být způsobeno přechodným charakterem animací, které mohou generovat vyšší ECL. Další možné vysvětlení lze odvodit z práce Schnotze a Rasche (2005), kteří zjistili negativní jev animací u studentů, kteří by si jinak dokázali představit dynamiku studovaného jevu sami. Animace, vytvořené primárně jako externí učební podpory, ve skutečnosti kognitivní aktivity studentů brzdily.

Plass et al. (1998) zkoumal efektivnost učení se z kombinací různých forem prezentace učiva (text, obrázky, animace) a zjistil, že pokud animace či obrázky chyběly a učivo bylo prezentováno pouze textově, u vizualizérů byly studijní výsledky podstatně zhoršeny. Tedy, že vizualizéři profitují z vizuálního materiálu nesrovnatelně více, než verbalizéři. Tento efekt identifikovali i Riding a Douglas (1993), leč Maasa a Mayer (2006) nikoliv. Autoři se shodují, že je žádoucí v této oblasti provést množství dalších potvrzujících experimentů.

- PROSTOROVÁ PŘEDSTAVIVOST STUDENTŮ

Dalším činitelem, který modifikuje výsledky učení v podmínkách multimediálního vzdělávání, je prostorová představivost. Podle Yanga et al. (2003) vyjadřují animace dynamické procesy reálněji než statické obrázky a jednoduše mohou být transformovány do dynamických mentálních modelů i u žáků s nízkou prostorovou představivostí. Při učení se ze statických obrázků však musí dojít k vnitřnímu spojení jednotlivých kroků, rozdílné statické elementy musí být transformovány do dílčích mentálních modelů, což bude zřejmě snazší pro lidi s vysoce rozvinutou prostorovou představivostí.

Höffler a Leutner (2011) experimentálně zjišťovali, jakou roli hraje prostorová představivost studentů při učení se ze statických/dynamických obrazů. Ukázalo se, že nízká prostorová představivost podmiňuje horší studijní výsledky u učení se z obrázků a dále, že výsledky učení se z animací jsou ovlivněny úrovní prostorové představivosti studentů. Mayer a Sims (1994) prokázali, že studenti s vyšší prostorovou představivostí jsou v učení se z animací (doprovázených mluveným komentářem) úspěšnější, než studenti s nižší úrovní prostorové představivosti. Zdá se tedy, že vyšší prostorová představivost napomáhá v učení se z obou forem vizualizace (nejen vizualizace statické, ale i dynamické).

- NÁROČNOST A SPECIFIKA UČIVA

Výzkumy soustavně prokazují, že zdaleka ne všechno učivo je pro jeho zpracování dynamickou formou vhodné, a to z několika důvodů. Pokud učební obsah není dynamický, není třeba jej zpracovávat formou dynamické vizualizace. Je však i mnoho případů, že učivo je dynamické, ale natolik snadné, že jeho zpracování formou animací by bylo zbytečné. Jak uvádí ChanLin (2000), využívání animací může být efektivní jen tehdy, když se animace týkají dostatečně obtížného učebního obsahu. Pokud je učivo příliš snadné, jakékoliv jednoduché médium jej může zprostředkovat studentům efektivně a je proto zbytečné vyvíjet náročné dynamické výukové aplikace (Hegarty, 2004).

Specifika daného učiva (daná učebním předmětem či jednotlivými oblastmi v rámci předmětu) mohou determinovat rozdíly ve výukové efektivitě statických obrazů/animací taktéž. Např. výzkumy Mayera et al. (2005) prokázaly, že v oboru mechanika mohou být statické vizuálie prospěšnější, než jejich dynamické ekvivalenty (přesto, že se jedná o dynamické učivo) atd.

- TYP POŽADOVANÝCH ÚKOLŮ

K posuzování účinnosti různých forem vizualizace ve výuce jsou používány různé nástroje pro měření studijních výsledků. Může se jednat o testy vyžadující řešení jednoduchých úloh, ale i úloh komplexních, problémových. Důležitá je také forma jejich

zadání – verbální/obrazová/kombinace obojího. Při zkoumání efektivity vizualizace učiva je při interpretaci výsledků důležité uvážit, jaké typy úkolů byly v testech zařazeny.

Kühl a jeho kolegové provedli experimenty (2011a), které zkoumaly účinnost samotného textu, statických a dynamických vizuálií (v kombinaci s textem) v případě učiva o fyzikálních principech pohybu ryb. K posuzování studijních výsledků byly použity nejen klasické verbální testy, ale i testy obrazové a testy zaměřené na hlubší poznání a vyvozování závěrů (tzv. „think-aloud protocols“). Výsledky ukázaly, že v klasických testech nebyl mezi účinností statické a dynamické vizualizace rozdíl, testy obrazové a testy komplexnějšího charakteru však byly snazší pro skupiny, které měly k dispozici učivo prezentované formou dynamické vizualizace. Autoři výzkumu zdůrazňují, že většina výzkumů na tomto poli je zaměřena na strohé porovnávání různých výukových podmínek podle studijních výsledků. Výsledky výzkumu tak poukazují na skutečnost, že k získání hlubšího pohledu do učebních strategií při práci s rozličným výukovým materiálem je třeba využívat různé nástroje pro měření studijních výsledků.

Mayer a Moreno (2002) taktéž prokázali, že výukové animace jsou vhodné zejména pro hlubší porozumění učiva a podporují schopnost řešit pokročilé úlohy. Další podobné studie (např. Catrambone, Seay, 2002; ChanLin, 2001; Nerdel, 2003; Yang et al., 2003) však poskytují velmi heterogenní výsledky, a proto je žádoucí se této problematice intenzivně věnovat v dalších empirických šetřeních.

- **ORGANIZAČNÍ FORMY VÝUKY**

Zatímco moderní edukace podporuje skupinovou výuku a vzájemnou spolupráci, výzkumů, jejichž cílem by bylo objasnění podmínek, za nichž může být skupinová výuka efektivní, je relativně málo (např. Schnotz et al., 1999). Kirschner et al. (2011) usuzuje, že pro osvojení snadného učiva je efektivnější individuální učení, zatímco pro osvojování učiva komplexního charakteru by měla být zařazena skupinová výuka. Tedy, že účinnost skupinové výuky se odvíjí od náročnosti prezentovaných informací. Výzkumy zaměřené na vliv organizační formy výuky na efektivnost učení se z různých forem vizualizace jsou prozatím ojedinelé.

### **2.1.3.6 Design výukových animací**

Zastoupení dynamické vizualizace je ve výukových materiálech řady disciplín stále častější. Exploze ve využívání animací však nastala dříve, než byly započaty výzkumy

zaměřené na kognitivní procesy učení se z tohoto typu výukových materiálů (Scaife, Rogers, 1996). Výsledkem je skutečnost, že designérům animací chybí vodítko poskytující informace, co by měly animace splňovat, aby byl jejich edukační efekt maximální (Lowe, 2004). Možná právě proto nemusí být učení se z animací vždy efektivní, jak se často ve výzkumech prokazuje. Mnoho autorů (např. Lowe, 2001, Tversky et al., 2002) se shoduje na tom, že dnes vzniká potřeba existence teorie, která by vysvětlovala kognitivní procesy, jež se uplatňují při učení se studentů z animací. Kromě několika důležitých výjimek Mayerovy teorie multimediálního učení (2001) a teorie kognitivní zátěže Swellera (1994) je dnes k dispozici velmi málo základů, na nichž lze při konstrukci výukových animací stavět. Animace totiž poskytují komplexní informace – zahrnují statickou a dynamickou grafiku, a proto není snadné dokonale popsat kognitivní procesy fungující při učení se z nich.

Nad problematikou tvorby účinných animací ve svých pracích často uvažuje Lowe (např. 2001). Podle něj dnes existuje spousta univerzitních učitelů, kteří dychtivě zařazují do výuky animace s tím, že je to pro studenty nejvhodnější forma prezentace učiva; že animace potlačí nevýhody statických obrazů a že počítačová výuka je zkrátka moderním trendem. Bohužel se ale často stává, že nejsou respektována pravidla, která z výukových animací činí skutečně efektivní výukový nástroj. Učitelé totiž často spoléhají pouze na svoji intuici a navíc jsou většinou většími odborníky na daný učební předmět, než na jeho didaktiku.

Tak jako všude, i v případě výukových animací bude jistě platit pravidlo „všeho moc škodí“. Vinter (2009) vybízí, aby se tvůrci animací vyvarovali zbytečných animačních exhibicí, které snižují přehlednost a rozptylují pozornost studentů. Dnešní technické možnosti sice dovolují dělat doslova vizuální zázraky – je však otázkou, do jaké míry je to potřebné a účelné. Je třeba dbát na to, abychom ve snaze upoutat pozornost posluchačů nesklouzli do druhé krajnosti – abychom množstvím obrazových efektů nepřekryli vlastní poselství svého sdělení (Hall, 2006).

Jak již bylo několikrát uvedeno, jednou z největších slabin animací je jejich pomíjivost. Tento problém lze minimalizovat několika možnostmi, které snižují nároky na WM. Rebetz et al. (2005) například navrhuje, aby se vedle průběhu animace zobrazovaly statické klíčové momenty. Nejdůležitější kroky procesu tedy zůstávají viditelné a studenti mají možnost s nimi konfrontovat další průběh animace (tzv. metoda „tracing“). Projekční plocha či monitor však v těchto případech budou zřejmě natolik předimenzovány, že se v nich studenti stěží vyznají. Další možností může být kontrola průběhu animace ze strany



studenta. Studenti mohou mít k dispozici tlačítka, jimiž animaci sami ovládají, což činí animaci interaktivní a její efektivita může být vyšší (Bétrancourt, 2005). Při komplikovanějších prezentovaných procesech mají studenti možnost průběh animace zpomalit/zrychlit, nebo se v animaci vrátit. Tím se minimalizuje riziko, že by některé informace zůstaly nezachyceny. Tento princip však předpokládá, že každý student má k dispozici svůj počítač, což při přednáškových formách prezentace učiva není běžné. Animaci je také možné rozfázovat do jednotlivých segmentů a daný proces tak prezentovat po jednotlivých krocích (Mayer, Chandler, 2001). To může pomíjivost animací redukovat, ale riskujeme tím vyvolání ztráty pozornosti. Pomíjivý efekt animací může být nejlépe kompenzován zřejmě v případech, když mají studenti možnost animace shlédnout vícekrát – tzv. repetitivní animace (Bétrancourt, 2005).

Následující přehled je kompilací obecných doporučení a zásad pro tvorbu pedagogicky efektivních animací, vytvořený na základě studia příslušné literatury (Ayres, Pass, 2007; Bétrancourt, 2005; Cohen, Hegarty, 2007; De Koning et al, 2007; Dori, Barak, 2001; Hasler et al. 2007; Höffler, Leutner, 2007; Lowe, 2001; Lusk, Atkinson, 2007; Mayer et al., 2007; Moreno, 2007; Najjar, 2007; Pass et al., 2007; Schnotz, Rasch, 2005; Tversky et al., 2002):

- 1) animace mohou být efektivní, pokud jsou segmentovány do více částí;
- 2) animace mohou být efektivní, pokud mají studenti kontrolu nad jejich průběhem;
- 3) animace mohou být efektivní, pokud jsou v nich signalizovány klíčové informace (zvýrazňování důležitých informací se běžně provádí ve statické grafice, podobné techniky by měly být užívány i v případě animací);
- 4) animace mohou být efektivní, pokud nejsou přetíženy nadbytečnými informacemi;
- 5) animace doprovázené statickými obrazy mohou být vhodnou alternativou k čistě animačnímu přístupu;
- 6) animace je vhodné využívat především v případech, kdy součástí učiva jsou komplikované prostorové struktury a dynamické jevy;
- 7) animace je vhodné využívat především v případech, kde je jejich obsah přímo spjat s obsahem učiva;
- 8) animace není vhodné využívat v situacích, kdy jsou studenti schopni si daný jev představit samostatně;
- 9) vizuální reprezentaci animací je vhodné spojovat s verbálním vysvětlením;
- 10) při učení se z animací je vhodné podporovat spolupráci mezi studenty a aktivní učení.

Jak uvádí Lowe (2001), animace nejsou zázračným řešením všech výukových problémů. Pokud nejsou animace sestaveny, nebo použity správně, mohou způsobit více problémů, než řešení. Obdobně uvažují také Bétrancourt a Tversky (2000), když uvádějí, že „*animation is not a panacea in itself*“ (s. 326).

### 2.1.3.7 Animace ve výuce biologie

Učitelé biologie při dosahování výukových cílů využívají rozličných výukových metod a přístupů. Mnoho z nich dnes již běžně využívá multimédia jako oporu při výkladu obtížných partií učiva. Výsledky řady empirických studií zmiňovaných v této práci potvrzují účinnost výukových animací (jako jednu z významných forem multimédií) ve výuce různých disciplín; současných výzkumů aplikovaných na biologické učivo však bylo realizováno poměrně málo. Příklady těchto studií jsou uvedeny v následujících odstavcích. Jejich předmětem je buď porovnávání účinnosti statické/dynamické vizualizace, nebo zjišťování dalších zákonitostí, týkajících se dynamické vizualizace biologického učiva.

Výzkum Kombartzky et al. (2010) např. zkoumal strategie učení na příkladě učiva o principu včelích tanců, studie Höfflera et al. (2010) byla zaměřená na zkoumání vizuálního kognitivního stylu při učení se z animací na učivu o primárních pochodech fotosyntézy, výzkum De Koninga et al. (2007) studoval vliv různých signálních vodítek na pozornost studentů v učivu o kardiovaskulárním systému, nebo výzkum Paase et al. (2007) se zabýval vlivem konstrukce a rekonstrukce klíčových fází animací na porozumění učivu o principu fungování lidského srdce.

Z dalších realizovaných studií lze uvést např. výzkum Stitha (2004), který porovnával účinnost výukové animace s běžným učebnicovým výukovým materiálem v učivu o apoptóze (animace se ukázaly jako účinnější). Výsledky podobného, avšak komplexnějšího výzkumu, byly o rok později publikovány McCleanem et al. (2005). I v tomto experimentu se prostřednictvím testů hodnotících zvládnutí učiva prokázala vysoká účinnost výukových animací. Účinnosti výukových animací v biologii se dále zabýval např. O'Day (2007), který zkoumal efekt výukových animací na dlouhodobou paměť pomocí retenčních testů (v porovnání se statickými obrázky byly animace v tomto ohledu účinnější). Výsledky této studie též podpořily účinnost doprovodného komentáře u statické i dynamické vizualizace. Předmětem zájmu O'Daye je také vyhodnocování

subjektivních názorů studentů na atraktivitu a prospěšnost výukových animací ve výuce. Jedna z těchto prací (2006), zaměřená na subjektivní názory a preference studentů v oblasti prezentace učiva, ukázala, že většina studentů buněčné biologie preferuje dynamickou vizualizaci učiva před statickou. Z podrobnějších výpovědí studentů se však ukázalo, že dle jejich názorů má každý typ prezentace učiva ve výuce svoje místo: zatímco animace komplexně a věrně demonstrují dynamiku určitého procesu, ekvivalentní statické obrázky umožňují soustředit se na detaily. Studenti navíc uváděli, že k multimédiím nemají přístup vždy, na rozdíl od tištěných statických učebních materiálů, ze kterých je učení „pohodlnější“ a „vždy při ruce“. Z dalších, kdo v biologii experimentálně potvrdil výukovou hodnotu animací na úkor statických obrazů, byli např. Nicholls a Merkel (1996).

Z českých autorů se výukovým animacím v biologii věnovali např. Roštejnská a Klímová (2007, 2008), Urbanová a Čtrnáctová (2007), Fellnerová et al. (2008), Hlaváček (2010), Hlaváček, Fellnerová (2011), avšak pouze z pohledu jejich konstrukce a využití, nikoliv empirického ověření jejich skutečné účinnosti.

#### **2.1.3.8 Výukové animace programu PowerPoint**

Při výběru animací pro výuku mají učitelé obecně několik možností. Mnoho animací je dnes volně přístupných na internetu. Další možností je zakoupení již vytvořených multimediálních výukových programů, jejichž součástí animace často bývají. Zajímavou alternativou je tvorba vlastních výukových animací, což může být výhodné hned z několika důvodů. Jejich tvůrce (učitel) didakticky transformuje učivo do animace podle svého uvážení – animaci může sestavit tak, aby byl její průběh regulovatelný, v budoucnu ji může dále upravovat podle svých konkrétních požadavků atd.

V současné době je na trhu k dispozici celá řada animačních programů. Z nejzásadnějších to jsou: MS PowerPoint, Camtasia, Macromedia Flash, Universal Animator, Impress, WebSpice Animations, Animator Professional, Animation Shop, HVS Animator, Adobe LiveMotion, Adobe Captivate, RealFlash, Macromedia DreamWeaver, MBED Interactor, navWorks Flashpack, Gimp, Imagine, Emblaze Creator, Painter, Animation Stand, Animation Factory, Macromedia Director, LightWave, Maya. Poslední tři zmíněné programy již patří k náročnějším softwarům, vyžadují programátorské dovednosti a jsou využívány především k tvorbě filmů a her.

Mezi velmi vhodný software pro tvorbu výukových animací patří program PowerPoint, který je součástí kancelářského balíku MS Office. PowerPoint představuje velmi oblíbenou formu jak názorně, přehledně a přitom zajímavě zprostředkovat publiku informace na dané téma (Fellnerová et al., 2008). Tento program je nejčastěji využívaným prezentačním programem v ČR a (nejen) na školách tvoří součást softwarové výbavy prakticky již každého počítače. Mezi jeho přednosti patří snadná dostupnost, příjemné uživatelské prostředí, intuitivní ovládání, celková nenáročnost na osvojení a snadná manipulace s vytvořenými materiály. Užitečnou vlastností PowerPointu je i skutečnost, že úpravy prezentací lze provádět prakticky kdykoliv, někdy i bezprostředně před prezentováním. Díky rozšíření MS Office lze spustit PowerPoint téměř na každém počítači (na rozdíl od jiných animačních programů). PowerPoint je sice software primárně prezentační, jeho grafický a animační potenciál dostatečně splňuje nároky na tvorbu výukových animací (Fellnerová, Vinter, 2010) a poskytuje možnost vizualizace učiva prostřednictvím jednoduchých, ale i technicky náročnějších animací. Na počátku tvorby výukové animace v tomto programu stojí vytvoření statického grafického podkladu. Prostřednictvím funkce „kreslení“ lze ztvárnit prakticky jakýkoliv objekt dle našich požadavků. Na tuto fázi statické vizualizace navazuje fáze dynamická, kdy se objektům přidělují animační efekty. Výsledkem je animace, která v požadované rychlosti a měřítku znázorňuje daný děj. Do snímků PowerPointu lze navíc vkládat i hotové Flash animace. Kromě animací se nabízí také možnost tvorby obrazů a schémat, které lze uspořádat do pracovních listů, nebo využít pro tvorbu učebnic a skript. Jak uvádějí Fellnerová a Vinter (2010), tvorba animací pro výukové účely v PowerPointu zatím není příliš častá. Mnoho uživatelů nemá o jeho grafickém potenciálu ani ponětí a využívají jej pouze na základní uživatelské úrovni. Možnosti PowerPointu, jak velmi názorně, atraktivně a srozumitelně prezentovat studentům i ty nejsložitější procesy s minimálními požadavky na technické zázemí, tak stále ještě zůstávají nedoceny.

V posledních letech se začínají objevovat studie, které účinnost výukových animací programu PowerPoint potvrzují. Např. ve výzkumu O'Daye (2007) mnoho studentů posoudilo animace vytvořené v PowerPointu jako velmi kvalitní a testy vědomostí ukázaly, že přínos vyučování s animacemi v PowerPointu byl stejný nebo dokonce vyšší, než v případě výuky podpořené animacemi vytvořených v komplexních 3D animačních programech.

Na PowerPoint však nelze pohlížet jako na program ideální. Známé jsou některé jeho nevýhody – především skutečnost, že nově vydané verze tohoto softwaru nejsou plně

kompatibilní s verzemi staršími, s čímž je třeba vždy dopředu počítat. Tyto nedostatky lze kompenzovat využitím prohlížeče Microsoft PowerPoint Viewer. Hall (2006) také upozorňuje na fakt, že na jedné straně má PowerPoint velký potenciál posluchače zaujmout, na straně druhé však přináší riziko, že obrazové efekty zaujmou posluchače natolik, že přestanou vnímat, co je jim slovy a textem sdělováno.

## 2.2 Fyziologie člověka a její výuka na vysokých školách

### 2.2.1 Vědní obor fyziologie jako součást biologických věd o člověku

Empirický výzkum této disertační práce byl proveden ve výuce vysokoškolského předmětu **fyziologie člověka**. Existuje celá řada definic oboru fyziologie, obecně se setkáváme s definicemi typu „Fyziologie je vědní obor, který studuje funkce živých soustav na úrovni buněk, tkání, orgánů i celých organismů.“ Trojan v úvodu svých rozsáhlých skript popisuje fyziologii jako „*integrativní disciplínu, která staví jak na funkčně morfologických, tak na biochemických znalostech a zahrnuje tedy poznatky v celé jejich šíři – od biochemických dějů v buňkách a tkáních přes integraci funkcí celého organismu až ke složitým vztahům mezi organismem a prostředím*“ (Trojan, 2004, s. 15). Důležité je, že všechny definice fyziologie mají stejný základ – fyziologie studuje funkce živých organismů.

Fyziologii lze podle zaměření specifikovat na dva základní směry: fyziologii rostlinnou a fyziologii živočišnou, zahrnující fyziologii člověka. Setkat se však můžeme i s fyziologií bakterií či hub. Disertační práce je zaměřena na výuku fyziologie člověka, jež je neoddelitelnou součástí rozsáhlého oboru „biologie člověka“. Biologii člověka lze členit na několik dílčích disciplín:

- a) **humánní histologie**, studující tkáň člověka;
- b) **anatomie** člověka, studující stavbu lidského těla;
- c) **fyziologie** člověka, studující životní funkce lidského těla;
- d) **genetika** člověka, studující principy dědičnosti člověka;
- e) **humánní embryologie**, studující zárodečný vývoj člověka;
- f) **ekologie** člověka, studující vztahy mezi lidmi a jejich prostředím;
- g) **etologie** člověka, studující chování lidí;
- h) **antropologie**, studující stav, proměny a diferenciaci člověka a jeho kultury v prostoru a čase.

Mezi těmito dílčími disciplínami nejsou ostré hranice, vzájemně využívají svých poznatkových základů a doplňují se. Např. správné pochopení fyziologických procesů vyžaduje dobré znalosti z anatomie, antropologie ve vysoké míře využívá poznatků z genetiky atd. Na biologické zákonitosti, které popisují zmíněné disciplíny, navazují klasické humanitní obory jako např. psychologie nebo sociologie.

V rámci biologie člověka se často setkáváme s pojmem „somatologie“, někdy též „tělověda“, která zahrnuje většinu z výše vymezených disciplín (včetně fyziologie) a někdy se považuje za synonymum biologie člověka.

## **2.2.2 Fyziologie člověka jako předmět na vysokých školách a jeho výuka**

### **2.2.2.1 Učební předmět fyziologie člověka, jeho specifika a důsledky pro výuku**

Fyziologie člověka je na školách vyučována v různých podobách. Na základních a středních školách všeobecného zaměření jsou základy fyziologie většinou obsaženy v učivu přírodopisu či biologie. Se samostatným předmětem „fyziologie“ se setkáváme především na půdě akademické. Fyziologie člověka jako samostatná disciplína je přednášena na fakultách přírodovědeckých, lékařských, farmaceutických, pedagogických, fakultách tělesné kultury a sportu, okrajově též na filozofických fakultách (např. v rámci studia psychologie).

V případě přírodovědeckých fakult často spadá fyziologie člověka pod obor fyziologie živočichů (někdy se můžeme setkat i s termínem „fyziologie člověka a živočichů“ případně „fyziologie živočichů a člověka“). Fyziologie bývá také někde (hlavně na lékařských fakultách) doplňována „patofyziologií“, která studuje změny funkcí lidského organismu v průběhu nemoci. Fragmenty patofyziologie jsou obsaženy v učivu fyziologie na ostatních fakultách, případně na středních školách v rámci biologie.

Fyziologické znalosti jsou jedním z předpokladů pro pochopení fungování přírody; spolu s anatomií tvoří fyziologie stěžejní pilíře studia medicíny. Studium fyziologie se nevyhne žádný farmaceut, fyzioterapeut, či student učitelství přírodopisu resp. biologie. Na mnoha fakultách tvoří fyziologické učivo nedílnou součást státních závěrečných zkoušek a jedná se tedy o předmět velmi důležitý.

Výuka fyziologie stojí především na popisu průběhu jednotlivých fyziologických dějů. Typickými fyziologickými procesy, které jsou ve výuce učiteli prezentovány a následně studenty osvojovány, jsou např. transportní děje na membránách buněk, iniciace a transport nervových impulzů, principy svalové kontrakce na úrovni buněk a iontů, složité procesy v ledvinách při tvorbě moči, imunitní reakce, rozklad živin v trávicím systému a jejich vstřebávání, podstata smyslové percepce atd. Převážná část těchto dějů, na nichž je

fungování lidského organismu založeno, se odehrává „skrytě“ v těle – velmi často až na úrovni buněčné, potažmo molekulární. Většina fyziologických procesů tedy není přístupná přímému pozorování a jejich demonstrace ve výuce je problematická. Příčinou další komplikace v prezentaci fyziologického učiva je provázanost jednotlivých fyziologických pochodů. Kromě toho, fyziologické děje vždy vykazují jistý stupeň dynamiky, jejíž simulace může být v tradičním pojetí výuky také obtížná. **Dynamika** tedy patří vedle **skrytosti**, **měřítka** a **provázanosti** fyziologických dějů k dalším bariérám jejich názorné demonstrace ve výuce.

Fyziologie zaznamenala na přelomu 19. a 20. století mohutný rozvoj. V kategorii „Fyziologie a medicína“ byla v posledních letech udělena řada Nobelových cen za objevy světového významu. Pro názorný výklad nově objevených fyziologických procesů mohou být tradiční výukové postupy již nedostačující. Při využívání učebních technik s nízkým stupněm názornosti se učivo může stávat abstraktním, obtížně pochopitelným a zapamatovatelným. Problémy s osvojením učiva na straně studentů se mohou odvíjet od jeho náročnosti, ale mohou být také zapříčiněny jeho nevhodnou prezentací ze strany učitelů.

Pro učitele moderní fyziologie by mělo být výzvou zpřístupnit svým studentům náročné fyziologické pochody tak, aby se staly srozumitelnými a zapamatovatelnými. Je proto nanejvýš důležité oprostít se od abstraktního charakteru učiva a snažit se o poskytování maximální názornosti. Vždyť didaktický princip názornosti, který již Komenský považoval za „zlaté pravidlo“, je ve fyziologii, zrovna tak, jako ve všech biologických oborech, důležitý dvojnásob.

### 2.2.2.2 Možnosti výuky předmětu fyziologie člověka

#### *Didaktické prostředky*

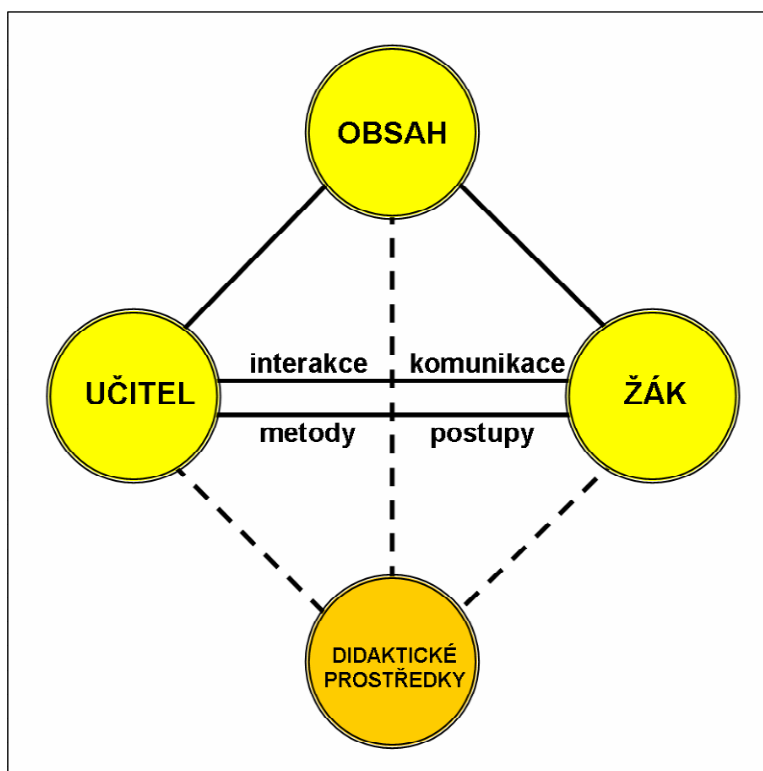
Výuka biologie (potažmo fyziologie), jako i výuka ostatních předmětů, je procesem složitým a komplexním; uplatňuje se v ní velké množství faktorů, které nepůsobí izolovaně, ale vzájemně se ovlivňují. Proto jsou v pedagogických a didaktických pracích koncipována nejrůznější zjednodušující schémata modelu výukového procesu. Maňák (2003) upozorňuje na skutečnost, že po dlouhou dobu byla výuka všeobecně chápána jako celek sestávající se tří složek – obsah výuky, učitel a žák. Toto schéma nezavrhuje, ale



doplňuje jej o čtvrtou složku, **didaktické prostředky**. Ve výchovně vzdělávacím procesu tak na sebe vzájemně působí tyto 4 komponenty:

- obsah výuky, učivo, jeho struktura;
- učitel, vyučování, tj. zprostředkování učiva žákům, řízení jejich učební činnosti;
- žák, učení, tj. proces osvojování učiva žáky;
- didaktické prostředky, tj. učební pomůcky a technické vybavení, umožňující zefektivnit vzdělávací proces.

Tyto komponenty a jejich závislost (dle Maňáka, 2003) jsou zachyceny na obr. 3.



Obr. 3 Grafické znázornění komponent výuky (podle Maňáka, 2003)

K termínu „didaktický prostředek“ se aktuálně vyjadřuje např. Dostál (2008), který konstatuje, že se jedná zatím o neustálený pojem s nejednoznačným obsahem, a proto je stále možné pozorovat jisté terminologické neshody. Obecně můžeme výraz „didaktický prostředek“ chápat v užším nebo širším slova smyslu. Maňák (2003) rozumí didaktickými prostředky pouze skupinu materiálních prostředků – předměty a jevy materiální povahy (= užší vymezení); podobně uvažuje ve své práci např. Skalková (1999). Podle Kalhouse a Obsta (2002) je však v didaktice za prostředek považováno vše, čeho učitel i jeho žáci

mohou využívat k dosažení výukových cílů. Takovým prostředkem tedy může být organizační forma či metoda výuky, didaktická zásada, ale i učebnice, školní tabule, výukové prostory, informační a výpočetní technika atd. (= širší vymezení).

Didaktické prostředky se většinou člení do dvou skupin: na nemateriální a materiální. Systém didaktických prostředků zachycuje obr. 4. Toto schéma, které představuje syntézu pohledů různých autorů, je převzato z práce Dostála (2008) a graficky upraveno.



Obr. 4 Systém didaktických prostředků (podle Dostála, 2008; upraveno)

### *Nemateriální a materiální prostředky ve výuce fyziologie*

Přítomnost nemateriálních, „nehmatatelných“ didaktických prostředků ve výuce, stejně jako didaktických prostředků materiálních, je nezbytným předpokladem pro dosažení výukových cílů.

Základním komponentem nemateriálních didaktických prostředků jsou organizační formy výuky, představující uspořádání podmínek k realizaci výuky. Výuka fyziologie se na vysokých školách realizuje z hlediska prostorového nejčastěji v přednáškových učebnách (přednášky z fyziologie) či laboratořích (praktická cvičení z fyziologie). Z hlediska časového se většinou jedná o jednotky trvající 2-3 vyučovací hodiny. Rozsah a povaha fyziologického učiva jsou dány typem jednotlivých fakult.

V literatuře k didaktice biologie (Altmann, 1975; Dvořák, 1982; Maslowski, 1990; Vinter, 2009 aj.) lze nalézt obsáhlá klasifikační schémata metod výuky biologických oborů

a jejich třídění z mnoha různých hledisek. Nejběžnější výukovou metodou ve fyziologii je přednáška, v rámci praktických cvičení je to experiment.

Velmi důležitou složkou nemateriálních didaktických prostředků jsou didaktické zásady, které jsou aplikovatelné na všechny učební předměty a na fyziologii obzvlášť. Ve výuce fyziologie je žádoucí respektovat všechny známé didaktické zásady (zásada vědeckosti, zásada soustavnosti a posloupnosti, zásada spojení školy se životem a teorie s praxí atd.). Výsadní postavení mezi ostatními však zřejmě zaujímá (vzhledem ke specifickým disciplíny fyziologie člověka) didaktická zásada názornosti, o které je šíře pojednáno v kapitole 2.1.1.3.

Pedagogické mistrovství, přestože úzce souvisí s ostatními didaktickými prostředky, přenechejme pracím věnujícím se osobnosti učitele.

### ***Materiální prostředky ve výuce fyziologie: učební pomůcky a jejich klasifikace***

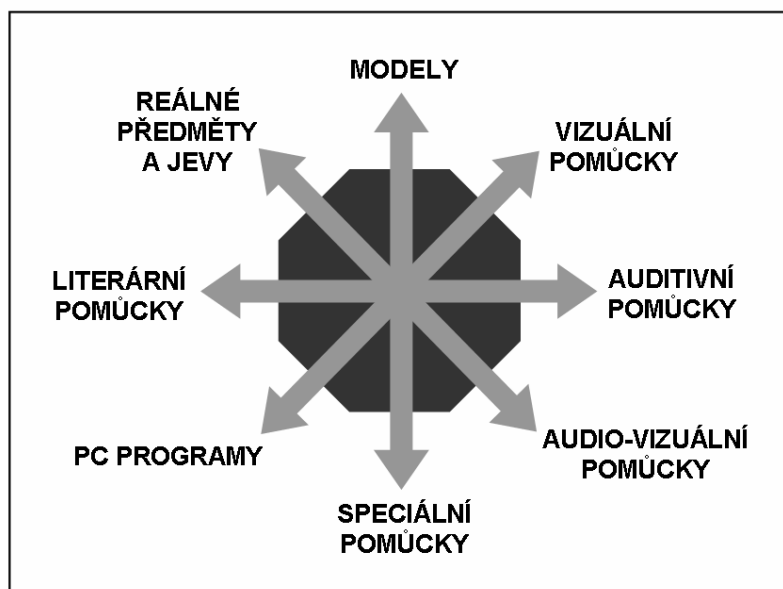
Do kategorie materiálních prostředků výuky lze zařadit soubor činitelů, které významnou měrou ovlivňují průběh a výsledky výukového procesu. Řeč je především o výukových prostorách a jejich vybavení, učebních pomůckách, technických výukových prostředcích a vybavení edukátora a edukanta. Významnost materiálních podmínek vzdělávání dokládá i skutečnost, že jejich přítomnost ovlivňuje klima, ve kterém se výchovně-vzdělávací proces uskutečňuje (Dostál, 2008). Avšak pouze učební (výukové) pomůcky mají přímou souvislost s obsahem vzdělávání.

Je třeba předznamenat, že existuje celá řada definic pojmu „**učební pomůcka**“, a to možná tolik, kolik typů učebních pomůcek je dnes učitelům k dispozici. Podle slovníku Průchy a kol. (2003, s. 253) je učební pomůcka „*tradiční označení pro objekty, předměty zprostředkující nebo napodobující realitu, napomáhající větší názornosti nebo usnadňující výuku, např. přírodniny, schémata, symboly, modely. Současná nabídka učebních pomůcek zahrnuje širokou škálu auditivních, vizuálních, obrazových a technických pomůcek, které jsou součástí vyučování*“. Jinou, podrobnější definici předkládá Kujal v Pedagogickém slovníku (1965, s. 37-38): „*učební pomůcky jsou přirozené objekty nebo předměty napodobující skutečnost nebo symboly, které ve vyučování a učení přispívají jako zdroje informací k vytváření, prohlubování a obohacování představ a umožňují vytvářet dovednosti v praktických činnostech žáků, slouží k zobecňování a osvojování zákonitostí přírodních a společenských jevů. Používají se především proto, aby se vytvořily podmínky*

*pro intenzivnější vnímání učební látky, aby do celkového procesu bylo zapojeno co nejvíce receptorů, především zrakových a sluchových. “*

Z ryze praktického pohledu pohlíží na učební pomůcky Cipro (1977), který je popisuje jako prostředky, které:

- přibližují to, co je daleké,
- zvětšují to, co je nepatrné,
- zmenšují to, co je příliš velké,
- zpomalují to, co je příliš rychlé,
- odhalují to, co je skryté,
- konkretizují to, co je abstraktní,
- zpřítomňují to, co je minulé,
- fixují to, co je prchavé,
- zpřehledňují to, co je složité.



Obr. 5 Systém učebních pomůcek (podle Dostála, 2008; graficky upraveno)

Správné zařazování výukových pomůcek do edukačního procesu je v souladu s dosahováním výukových cílů. Ve výuce tak studenti nejsou odkázáni pouze na percepci verbálního výkladu, ale mají možnost seznamovat se s reálnými předměty, případně s jejich zobrazením. Výukové pomůcky mohou velkou měrou přispět k žádoucí aktivizaci studentů a v neposlední řadě zatraktivnit celý výchovně vzdělávací proces, což jistě přispívá ke kladným postojům ke vzdělávání (Dostál, 2008).

Dnešní doba poskytuje pestrou škálu moderních výukových pomůcek, ale i pomůcek tradičních, jež jsou v edukační praxi stále využívány. Učební pomůcky lze třídit podle mnoha různých hledisek; některé klasifikace připomíná Dostál (2008) a s ohledem na současný vývoj doporučuje členit učební pomůcek do kategorií uvedených na obr. 5.

Odlišnou klasifikací je členění učebních pomůcek podle Malacha (1993), který vymezuje učební pomůcky jako nedílnou složku materiálních didaktických prostředků a tuto kategorii dále rozděluje následujícím způsobem:

**1. Originální předměty a reálné skutečnosti:**

- a. přírodniny
  - i. v původním stavu (minerály, rostliny),
  - ii. upravené (vycpaniny, lihové preparáty);
- b. výtvary, výrobky – v původním stavu (vzorky výrobků, přístroje, umělecká díla);
- c. jevy a děje – fyzikální, chemické, biologické aj.

**2. Zobrazení a znázornění předmětů a skutečností:**

- a. modely – statické a dynamické;
- b. zobrazení
  - i. prezentovaná přímo (školní obrazy, fotografie, mapy),
  - ii. prezentovaná pomocí didaktické techniky (statické, dynamické);
- c. zvukové záznamy – magnetické, optické.

**3. Textové pomůcky**

- a. učebnice – klasické, programované;
- b. pracovní materiály – pracovní sešity, studijní návody, sbírky úloh, tabulky, atlasy;
- c. doplňková a pomocná literatura – časopisy, encyklopedie.

**4. Pořady a programy prezentované didaktickou technikou:**

- a. pořady – diafonové, televizní, rozhlasové;
- b. programy – pro vyučovací stroje, výukové soustavy či počítače.

**5. Speciální pomůcky:**

- a. žákovské experimentální soustavy;
- b. pomůcky pro tělesnou výchovu.

### ***Materiální prostředky ve výuce fyziologie: originální předměty a jevy a jejich zobrazení ve výuce fyziologie***

Ve výuce fyziologie člověka se s reálnými předměty a jevy občas setkáváme, a to většinou při realizaci biologických, fyzikálních, chemických a biochemických experimentů, s využitím různých přístrojů a preparátů. Některé životní funkce mohou být demonstrovány přímo na člověku (např. vybavení čéškového či zornicového reflexu). Většinu životních projevů však pro jejich „skrytost“ (např. filtrační procesy v ledvinách) či/a zároveň díky malému měřítku (např. mechanismus fungování sodíko-draslíkové pumpy na membránách buněk) nelze bezprostřednímu pozorování zpřístupnit. Navíc, v případě zmíněných reflexů vidíme pouze výsledek kaskády fyziologických procesů, nikoliv jejich průběh.

Ve výuce biologie je práce s originálními objekty velmi cenná. Z výše uvedených důvodů však tento požadavek ve fyziologii (ale i genetice, biochemii atd.) uspokojit většinou nelze a musíme se spokojit se zprostředkováváním objektů a jevů, případně jej vhodně kombinovat s dostupným biologickým materiálem.

Pokud se jedná o využití modelů, statické se užívají především v anatomii. Jiná je situace u modelů dynamických (např. model nefronu, srdce, krevního oběhu aj.), simulujících průběh životních pochodů. Tyto didaktické pomůcky však ani přes svoji nákladnost mnohdy neposkytují dostatečnou názornost a jejich využívání je na vysokých školách spíše ojedinělou záležitostí.

Častěji než modelů se v prezentaci fyziologického učiva jako náhrady skutečnosti používá zobrazení. Zobrazovat předměty a jevy lze ve škole buď přímo (školní nástěnné obrazy fyziologických procesů, ilustrace v učebnicích a pracovních listech), a nebo (a dnes velmi často) zprostředkovaně pomocí didaktické techniky. Právě statické a dynamické zobrazení (vizualizace) a jeho využití ve výuce fyziologie je předmětem této disertační práce.

### ***Materiální prostředky ve výuce fyziologie: literární zdroje pro fyziologii***

V České republice je pro studium fyziologie člověka k dispozici řada publikací. Některé jsou zaměřeny přímo na fyziologii člověka, jinde tato oblast spadá pod fyziologii živočišnou nebo je součástí textů zabývajících se širší biologickou tematikou.

V roce 2010 bylo autorem této práce provedeno orientační průzkumné šetření, které se zaměřilo na mapování nejčastěji doporučovaných knižních zdrojů pro studium fyziologie člověka na vysokých školách. Průzkum spočíval v oslovování učitelů předmětu fyziologie člověka (potažmo živočichů) na univerzitách v ČR s prosbou o uvedení literárních zdrojů doporučovaných na příslušném pracovišti ke studiu. Na rozeslané prosby reagovala většina adresátů a informace byly získány od pracovníků téměř všech lékařských, přírodovědeckých, pedagogických, zdravotně sociálních a sportovních fakult v ČR. Z obdržných odpovědí byl sestaven žebříček deseti nejčastěji doporučovaných skript pro studium fyziologie člověka na státních vysokých školách v ČR (viz tab. 1).

Tab. 1 Pořadí deseti nejčastěji doporučovaných skript pro studium předmětu fyziologie člověka na vysokých školách v ČR

pořadí	název publikace
1.	TROJAN, S. a kol. <i>Lékařská fyziologie</i> . Praha: Grada, 2003. ISBN: 80-247-0512-5.
2.	GANONG, W. F. <i>Přehled lékařské fyziologie</i> . Praha: Galén, 2005. ISBN-10: 80-7262-311-7.
3.	ROKYTA, R. a kol. <i>Fyziologie</i> . Praha: ISV, 2008. ISBN-10: 80-86642-47-X.
4.	SILBERNAGL, S., DESPOPOULOS, A. <i>Atlas fyziologie člověka</i> . Praha: Grada, 2004. ISBN: 978-80-247-0630-6.
5.	POKORNÝ, J. <i>Přehled fyziologie člověka I. a II. díl</i> . Praha: Karolinum, 1994, 1995. Bez ISBN.
6.	MOUREK, J. <i>Fyziologie</i> . Praha: Grada, 2005. ISBN 80-247-1190-7.
7.	MERKUNOVÁ, A., OREL, M. <i>Anatomie a fyziologie</i> . Praha: Grada, 2008. ISBN: 978-80-247-1521-6.
8.	LANGMAYER, M. a kol. <i>Základy lékařské fyziologie</i> . Praha: Grada, 2009. ISBN: 978-80-247-2526-0.
9.	JIRÁK, Z. <i>Fyziologie pro bakalářské studium na ZSF OU</i> . Ostrava: FZS OU, 2009. ISBN: 80-7042-342-0.
10.	MYSLIVEČEK, J., TROJAN, S. <i>Fyziologie do kapsy</i> . Praha: Triton, 2004. ISBN-10: 80-7254-497-7.

Na základě výsledků proběhlého šetření lze konstatovat, že nejfrekventovaněji doporučovaným literárním zdrojem je u nás obsáhlá publikace Trojana a kol. *Lékařská fyziologie*. Těsně za ní se umístil ještě rozsáhlejší titul Ganonga *Přehled lékařské fyziologie*. Tyto dvoje skripta si udržují před ostatními poměrně vysoký náskok. Podle jejich názvu bychom mohli očekávat, že na ně bude odkazováno především na lékařských fakultách. Bylo však zjištěno, že jsou hojně doporučovány i na fakultách pedagogických a

přírodovědeckých; i proto se v žebříčku umístily na předních pozicích. Relativně často je odkazováno také na titul *Fyziologie* od Rokyty a kol. a *Atlas fyziologie člověka* Silbernagla a Despopoula. Ostatní umístěné literární zdroje v první desítce byly učiteli zmiňovány již méně.

Při nahlédnutí do českých fyziologických učebnic lze objevit několik nedostatků. Jedním z nejzávažnějších je vybavenost těchto knih obrazovým materiálem. Výkladový text mnoha titulů je doplněn grafikou jen sporadicky, u některých je obraz dokonce výjimkou, a to i přesto, že ze specifik fyziologického učiva (srov. kap. 2.2.2.1) vyplývá požadavek vysokého stupně názornosti učebních materiálů. Přitom důležitý není jen počet, ale také kvalita obrazů do skript zařazených.

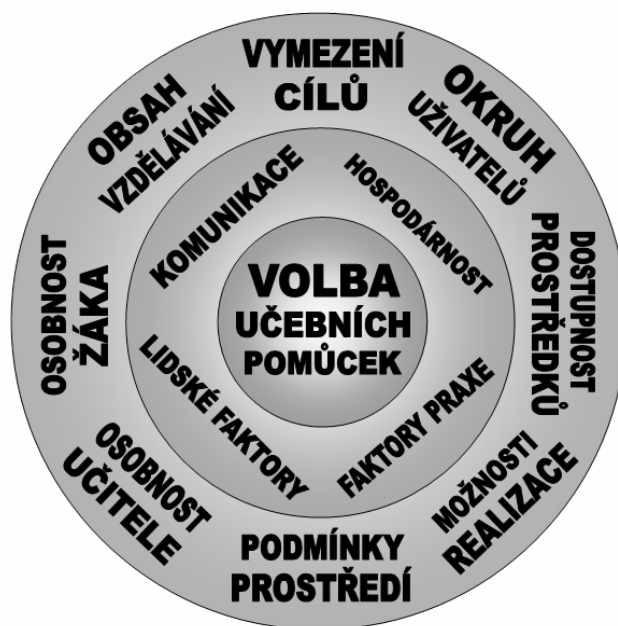
Díky rychlému vývoji biologických disciplín nově vydaná skripta velmi rychle stárnou. V zahraničí (např. USA, VB) je tato nepříznivá skutečnost kompenzována tím, že fyziologické učebnice (většinou nesoucí titul *Human Physiology* nebo *Animal Physiology*) vycházejí v aktualizovaném vydání téměř každým rokem. Čeští studenti se bohužel k těmto publikacím mnohdy vůbec nedostanou – ať již pro jejich vysokou cenu, všeobecně nižší dostupnost nebo jazykovou bariéru. Nedostatky učebnic mohou být významnou měrou kompenzovány výukovými pomůckami prezentovanými didaktickou technikou.

### ***Materiální prostředky ve výuce fyziologie: pořady a programy pro výuku fyziologie***

Kromě výše jmenovaných druhů pomůcek bývá ve výuce fyziologie využíváno i pořadů a programů prezentovaných didaktickou technikou. Rozhlasových, televizních, či video pořadů na fyziologická témata u nás není mnoho, většinou se jedná o pořady popularizační, které lze doporučit jako doplňující studijní zdroj. Novodobým trendem je využívání multimediálních výukových programů, se kterými mohou pracovat studenti sami, nebo jsou prezentovány učitelem prostřednictvím didaktické techniky v rámci přednášek, případně praktických cvičení. Tyto programy poskytují řadu výhod a jsou využívány ve výuce humanitních, přírodovědných i technických předmětů. Na českém trhu je k dispozici poměrně malé množství multimediálních programů, které lze ve výuce fyziologie částečně využít; v zahraničí je situace příznivější. Zajímavou alternativou k pořizování výukových programů může být tvorba vlastních výukových materiálů podle požadavků jejich uživatelů.



Tento oddíl lze uzavřít konstatováním, že dnešní doba nabízí nepřehledné množství učebních pomůcek, kterých lze pro efektivní výuku fyziologie využívat. Jejich automatické zařazení do výuky ale nutně nemusí znamenat pozitivní přínos. Vždy je nutné zvažovat řadu kritérií vzhledem ke konkrétním podmínkám. Budiš (1991) například nabádá, aby učitel nepodléhal nátlaku stále technicky dokonalejších a modernějších pomůcek tím, že by jejich počet neustále zvyšoval, což by se mohlo ve výsledku ukázat jako kontraproduktivní. Systém faktorů rozhodujících při správné volbě adekvátní výukové pomůcky přináší např. Bohony (2003; citováno podle Dostála, 2008); jednotlivé faktory jsou graficky vyjádřeny na obr. 6. V těchto místech lze ještě znovu odkázat na práci Dostála (2008), který na základě syntézy poznatků z odborné literatury formuluje obecné zásady pro práci s učebními pomůckami.



Obr. 6 Faktory ovlivňující výběr učební pomůcky do výuky (podle Bohonyho, 2003; graficky upraveno)

## 3 EMPIRICKÁ ČÁST

### 3.1 Pilotní průzkum

Pro získání předběžných informací a vzhledu do problematiky byla před vlastním výzkumem provedena pilotáž. Pro účely této úvodní fáze byli využiti studenti biologických oborů na PřF UP v Olomouci, kteří mají ve svém studijním programu zařazený předmět *Fyziologie člověka a živočichů*. Studentům byly po několik semestrů (v letech 2008 – 2011) předkládány evaluační dotazníky týkající se hodnocení výuky fyziologie člověka na PřF UP. Dotazníky byly zaměřeny na hodnocení úrovně přednášek a praktických cvičení z daného předmětu a oblíbenost jednotlivých tematických učebních celků. Kromě toho byly také zjišťovány subjektivní názory studentů na obtížnost fyziologické učiva a možnosti jeho prezentace. Tato data byla průběžně doplňována o rozhovory se studenty a především vysokoškolskými učiteli fyziologie člověka, a to napříč téměř všemi fakultami v ČR (částečně i na Slovensku), kde je tento předmět vyučován.

Na základě této sondy bylo zjištěno, že studenti považují fyziologické učivo za obtížné, a to především z důvodu abstraktní roviny fyziologických procesů, jejich dynamiky a vzájemné provázanosti a v neposlední řadě také díky neuspokojivé kvalitě českých dostupných učebních materiálů. V podobném duchu se vyslovovala velká část učitelů fyziologie člověka (potažmo živočichů) na českých univerzitách, kteří byli osloveni s prosbou o krátké zhodnocení kvality dostupných výukových materiálů v ČR. Většina oslovených studentů se také shodla na tom, že v přednáškách preferují prezentaci učiva multimediální formou před formou čistě verbální.

Výše uvedené zjištěné skutečnosti a fakt, že výzkumy v oblasti hodnocení účinnosti multimediálních výukových materiálů náročných biologických disciplín jsou u nás zatím poměrně vzácné, se staly hlavním podnětem pro realizaci empirického výzkumu této práce. Protože centrální postavení v názorné výuce zaujímá didaktický obraz, předmětem realizovaného pedagogického výzkumu je porovnávání účinnosti různých forem vizualizace fyziologického učiva.

### 3.2 Cíle empirického výzkumu disertační práce

Využívání multimédií nabývá v dnešním vzdělávání stále většího významu a pedagogické výzkumy v této oblasti jsou proto velmi žádoucí. V oblasti multimediálního vyučování je často zkoumána úloha didaktického obrazu, a to z mnoha různých pohledů, přičemž jednou z důležitých oblastí je hodnocení účinnosti statické a dynamické vizualizace. Tato problematika je (především v zahraničí) předmětem zájmu mnoha výzkumníků, a to na různých typech a stupních škol a v různých vyučovacích předmětech. Hlavním cílem empirického výzkumu disertační práce bylo přispět k dosavadnímu množství těchto výzkumných výsledků prostřednictvím realizace výzkumu zaměřeného na porovnávání účinnosti statické a dynamické vizualizace, a to v případě vysokoškolského učiva fyziologie člověka. Kromě zjištění rozdílů v účinnosti statické a dynamické vizualizace vybraného učiva nás také zajímalo, jakou roli v této účinnosti hraje pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a také typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků. Dosažení těchto cílů vyžadovalo vyřešení následujících dílčích úkolů:

1. Sestavit a zhodnotit přehled realizovaných výzkumů v dané oblasti.
2. Stanovit hlavní problémy a hypotézy výzkumu.
3. Navrhnout metodu vhodnou k vyřešení všech dílčích otázek výzkumu.
4. Vytvořit experimentální plán a zajistit vhodné podmínky k realizaci experimentu.
5. Vybrat respondenty a sestavit experimentální a kontrolní skupiny.
6. Vybrat reprezentativní učivo pro jeho aplikaci do experimentálního testování výukových metod.
7. Vytvořit výukové materiály pro potřeby experimentu, tedy výukové prezentace na 2 vybraná učiva (každé učivo zpracovat formou statické a dynamické vizualizace).
8. Naplánovat a vytvořit vstupní vědomostní didaktický test, ověřit jeho validitu formou expertních posouzení a na základě jeho první administrace korigovat testové úlohy a určit reliabilitu testu.
9. Naplánovat a vytvořit dva vědomostní didaktické testy (na dvě vybraná učiva), ověřit jejich validitu formou expertních posouzení a na základě jejich první administrace korigovat testové úlohy a určit reliabilitu testů.
10. Realizovat pedagogický experiment ve všech jeho etapách.
11. Vyhodnotit všechny didaktické testy.
12. Statisticky vyhodnotit výsledky experimentu.

13. Interpretovat výsledky a formulovat závěry výzkumu.
14. Zhodnotit organizační a technickou stránku realizovaného výzkumu a porovnat jeho výsledky na pozadí výsledků podobných studií.
15. Na základě výsledků výzkumu formulovat dosud nevyřešené problémy a navrhnout oblasti zkoumání pro navazující výzkumy.

### 3.3 Vymezení výzkumného pole, formulace výzkumných problémů a hypotéz

Empirický výzkum této disertační práce spadá do oblasti multimediálního vyučování. Problematika využívání multimédií ve vyučování je velmi rozsáhlá, náš výzkum byl zaměřen na dílčí oblast týkající se výukových obrazů, konkrétně na zjišťování účinnosti obrazů statických v kontrastu s obrazy dynamickými. Pedagogický výzkum byl zasazen do vysokoškolské výuky biologie, konkrétně předmětu fyziologie člověka.

#### Hlavní výzkumný problém empirického výzkumu:

*Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva fyziologie člověka? (Je dynamická vizualizace učiva fyziologie člověka účinnější než vizualizace statická?)*

**Účinnost** rozdílných forem prezentace učiva byla dána mírou úspěšnosti (dosaženým počtem bodů) v didaktickém testu na učivo prezentované příslušnou formou. **Nezávisle proměnnou** představoval *typ vizualizace učiva*, které bylo prezentováno ve dvou variantách – prostřednictvím statické/dynamické vizualizace. **Závisle proměnnou** byla *úspěšnost v didaktickém testu*, vyjádřená počtem získaných bodů. Naším předpokladem bylo, že se (na základě poznatků teorie kognitivní zátěže) dynamická vizualizace učiva prokáže jako účinnější, než vizualizace statická.

Kromě zjišťování účinnosti dvou typů vizualizace učiva byl sledován vliv několika vybraných faktorů na tuto účinnost: pohlaví respondentů, jejich vstupní znalosti (dané

mírou úspěšnosti ve vstupním testu) a typ řešených úloh v didaktických testech dle úrovně osvojení (vědomostní a dovednostní úlohy).

Pedagogický výzkum měl povahu experimentu rozděleného na dvě fáze (podle dvou akademických semestrů – ZS a LS; viz kap. 3.6.1.1). Do experimentu byli zapojeni 2 učitelé: „X“ a „Y“ (viz kap. 3.4) a dvě sledované formy vizualizace (statická vs. dynamická) byly aplikovány na dvě učiva: „učivo 1“ a „učivo 2“ (viz kap. 3.6.1.2). V experimentálních skupinách bylo učivo prezentováno formou dynamické vizualizace (metoda A), v kontrolních skupinách formou statické vizualizace (metoda B).

Splnění cílů empirického výzkumu vyžadovalo vyřešení následujících dílčích výzkumných problémů, které byly formulovány na základě zhodnocení aktuálního stavu řešené problematiky a zasazeny do naší specifické experimentální situace:

*První fáze výzkumu:*

1. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 u učitele X?
2. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 u učitele X?
3. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen ze základů fyziologie?
4. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
5. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?
6. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
7. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?

*Druhá fáze výzkumu:*

8. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 u učitele X?

9. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 u učitele X?
10. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 u učitelů X a Y?
11. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 u učitelů X a Y?
12. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen ze základů fyziologie?
13. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace ?
14. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace ?
15. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace ?
16. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace ?
17. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 v ohledu řešení vědomostních úloh?
18. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 v ohledu řešení vědomostních úloh?
19. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 v ohledu řešení dovednostních úloh?
20. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 v ohledu řešení dovednostních úloh?
21. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
22. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?
23. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
24. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?

V návaznosti na uvedené problémy byly formulovány následující věcné hypotézy:

*První fáze výzkumu:*

- H1** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H2** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H3** = znalosti mužů a žen ze základů fyziologie jsou rozdílné
- H4** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah
- H5** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah
- H6** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah
- H7** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah

*Druhá fáze výzkumu:*

- H8** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H9** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H10** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitelů X a Y) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H11** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitelů X a Y) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H12** = znalosti mužů a žen ze základů fyziologie jsou rozdílné

- H13** = znalosti mužů a žen učiva 1 jsou po jeho prezentaci formou statické vizualizace rozdílné
- H14** = znalosti mužů a žen učiva 1 jsou po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace rozdílné
- H15** = znalosti mužů a žen učiva 2 jsou po jeho prezentaci formou statické vizualizace rozdílné
- H16** = znalosti mužů a žen učiva 2 jsou po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace rozdílné
- H17** = dynamická vizualizace učiva 1 je (v ohledu řešení vědomostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H18** = dynamická vizualizace učiva 2 je (v ohledu řešení vědomostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H19** = dynamická vizualizace učiva 1 je (v ohledu řešení dovednostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H20** = dynamická vizualizace učiva 2 je (v ohledu řešení dovednostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H21** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah
- H22** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah
- H23** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah
- H24** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah

Aby mohla být v empirickém výzkumu platnost těchto hypotéz ověřována, věcné uvedené věcné hypotézy přeformulovány do podoby hypotéz statistických (nulových a alternativních).

Pozn.: dílčí problémy č. 3 a 13 nevycházejí z cílů výzkumu a ověřování platnosti hypotézy H3 a H12 je tak pouze doplňkového charakteru.



### 3.4 Charakteristika výzkumného souboru

Empirický výzkum proběhl v rámci výuky předmětu *Fyziologie člověka a živočichů* na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a zařazení do něj byli studenti, jež měli tento předmět ve svém studijním plánu. Předmět fyziologie člověka a živočichů je na PřF UP přednášen v obou akademických semestrech – v zimním semestru (ZS) pro odborná biologická studia a v letním semestru (LS) pro studia učitelská. Většina studijních oborů tento předmět absolvuje ve 3. ročníku bakalářského studia (výjimkou je obor Ochrana a tvorba životního prostředí a Biofyzika, kde výuka daného předmětu probíhá v 1. ročníku v zimním semestru) a na všechny studenty, bez ohledu na jejich studijní obory, jsou kladeny stejné požadavky.

Do empirického výzkumu (včetně přípravné fáze experimentu) bylo zapojeno celkem **167 studentů a 2 učitelé**.

Nejprve bylo třeba ověřit vlastnosti vytvořeného vstupního testu na vzorku studentů, aby jeho korigovaná verze mohla být využita ve vlastním experimentu. K tomuto účelu byli využiti studenti 2. ročníků všech biologických studií (odborných i učitelských), které absolvování předmětu *Fyziologie člověka a živočichů* čekalo až v následujícím ročníku. Test byl administrován na přednášce z Obecné genetiky na začátku zimního semestru akademického roku 2011/2012, na kterou se v daný den dostavilo celkem **46 studentů**.

Základním souborem pro vlastní experimentální šetření byla skupina studentů třetích a prvních ročníků odborných a učitelských biologických studií na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci v akademickém roce 2011/2012. Výběrový soubor se rovnal souboru základnímu – vzhledem k omezenému množství respondentů byli do empirického výzkumu zařazeni všichni studenti a jednalo se tedy o exhaustivní výběr (Chráska, 2007).

Vlastní experiment byl realizován ve dvou fázích, a to v zimním a letním semestru akademického roku 2011/2012. Do první fáze (v zimním semestru) byli zařazeni studenti nejprve třetích a potom prvních ročníků odborných biologických studií, konkrétně těchto studijních oborů:

*Molekulární a buněčná biologie (MBB)*  
*Biochemie (BIOCH)*  
*Systematická biologie a ekologie (SBE)*  
*Ochrana a tvorba životního prostředí (OTŽP)*  
*Biofyzika (BIOF)*

Celkový počet studentů v této fázi byl **72**; studenti byli pro potřeby experimentu uspořádáni do celkem **6** skupin (2 experimentální a 2 kontrolní u třetích ročníků, 1 experimentální a 1 kontrolní u prvních ročníků). Tyto skupiny studentů odpovídaly skupinám, které vznikly na základě rozvrhu daného předmětu na začátku akademického roku. Ve prospěch zachování přirozených podmínek nedošlo k přeskupování studentů mezi jednotlivými skupinami.

Druhá fáze vlastního experimentu proběhla v letním semestru akademického roku 2011/2012. Experimentu se zúčastnili studenti třetích ročníků učitelství biologie pro střední školy; konkrétně se jednalo o následující studijní obory:

*Biologie – Zeměpis (Bi-Z)*  
*Biologie – Matematika (Bi-M)*  
*Biologie – Chemie (Bi-Ch)*  
*Biologie – Fyzika (Bi-F)*  
*Biologie – Geologie (Bi-Geo)*  
*Biologie – Tělesná výchova (Bi-Tv)*

Celkový počet studentů v této fázi byl **49**; studenti byli pro potřeby experimentu uspořádáni do celkem **4** skupin (2 experimentální a 2 kontrolní). I v tomto případě byly skupiny studentů dány rozvrhem a pracovalo se opět se skupinami již hotovými.

Experimentální výuka byla vedena 2 učiteli – Mgr. Lukášem Hlaváčkem, autorem této disertační práce a RNDr. Ivanou Fellnerovou, Ph.D., jeho školitelkou. V první fázi experimentu (zimní semestr) vedl výuku pouze Mgr. Hlaváček, ve druhé fázi (letní semestr) se již na výuce podíleli oba učitelé.

## **Profil realizátorů experimentální výuky**

*Mgr. Lukáš Hlaváček*

Autor disertační práce je absolventem studijního oboru Učitelství biologie a geografie pro střední školy na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. Po ukončení magisterského studia nastoupil na doktorské studium oboru Pedagogika na Pedagogické fakultě UP v Olomouci. Okruhem jeho zájmu je moderní pojetí výuky dynamických biologických disciplín. Zabývá se tvorbou multimediálních výukových aplikací v oblasti biologie člověka a zoologie a možnostmi jejich využití v edukační praxi. Mgr. Hlaváček má čtyřletou praxi ve výuce předmětu Fyziologie člověka a živočichů na PřF UP.

*RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.*

Absolventka studijního oboru Systematická biologie a ekologie na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. V současné době působí jako asistentka Katedry zoologie a antropologie na PřF UP, kde je současně garantem předmětu Fyziologie člověka a živočichů. Dr. Fellnerová má více než dvacetiletou praxi ve výuce biologických oborů na Přírodovědecké a Lékařské fakultě UP v Olomouci a šestiletou odbornou a pedagogickou praxi v zahraničí (USA, Kanada). Zabývá se především odbornou imunologií a také moderními trendy ve výuce fyziologie člověka a živočichů.

Oba učitelé se soustavně věnují problematice modernizace a zefektivňování biologického vyučování na vysokých školách. Vytvářejí množství výukových materiálů s širokým spektrem využití, pracují na řadě populárně vzdělávacích projektů, aktivně vystupují na pedagogických konferencích a výukové materiály prezentují na školách v ČR i zahraničí.

### **3.5 Metody použité ve výzkumu**

Důležitým krokem v plánování empirického výzkumu byla volba adekvátních výzkumných metod. Vzhledem k tomu, že hlavním cílem pedagogického výzkumu bylo zjišťování rozdílů v účinnosti výukových metod a sledování kauzálních závislostí, realizovaný výzkum měl podobu *experimentu*.

Ve všech etapách experimentu byly uplatňovány metody hromadného získávání dat (zjišťování úrovně znalostí studentů); konkrétně se jednalo o administraci a vyhodnocování několika typů nově vytvořených *didaktických testů*. Testy byly vytvářeny dle daných norem pro tvorbu didaktických testů dobrých vlastností (viz Byčkovský, 1982; Chráska, 1999). Na základě vstupních testů bylo usuzováno především o vědomostní vyrovnanosti studijních skupin, úspěšnost ve výsledcích vědomostních testů na obě prezentovaná učiva byla mírou účinnosti daných výukových metod.

Pro oprávněné využití v experimentu musely testy splňovat několik podmínek. Kromě expertních posouzení (validita) musely být vytvořené didaktické testy podrobeny *analýze vlastností testových úloh a analýze testu jako celku*. V prvním případě bylo nutno vypočítat hodnoty *obtížnosti* a *citlivosti* všech testových úloh a na základě toho nevhodné položky eliminovat. Dalším krokem byl (po odstranění položek o nevhodné obtížnosti a citlivosti) výpočet reliability testu. Koeficient reliability byl v případě všech tří testů vypočítáván nejprve pomocí *Kuderova – Richardsonova vzorce* a pro ověření ještě *metodou půlení (pomocí Spearmanova – Brownova vzorce)*. Podmínkou pro získání dostatečně přesného a spolehlivého testu byla jeho reliability o minimální hodnotě 0,8 (Chráska, 1999).

Dílní statistické analýzy výsledků vlastního výzkumu byly vypracovány v programu Statistica 6.0 a MS Excel 2003.

Pro srovnávání výsledků experimentálních a kontrolních skupin bylo nezbytné, aby byly všechny skupiny vědomostně vyrovnané (na základě úspěšnosti ve vstupním testu). Vyrovnanost studijních skupin byla ověřována pomocí *jednofaktorové analýzy rozptylu*. Tato analýza zkoumala, zda jsou vědomostní rozdíly mezi skupinami náhodné, nebo statisticky významné. V případě, že mezi skupinami nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly, mohly být využity pro experimentální testování účinnosti výukových metod. V opačném případě muselo dojít k úpravě experimentálního plánu tak, aby byly porovnávány pouze skupiny vědomostně vyrovnané. Pro potvrzení výsledků vyrovnanosti skupin byl využit *Kruskalův – Wallisův test*. Pokud měly být skupiny skutečně vědomostně vyrovnané, výsledky analýzy rozptylu a Kruskalova – Wallisova testu byly podobné a mezi studijními skupinami nebyl zjištěn statisticky významný rozdíl. V obou případech byla hladinou významnosti hodnota 0,05.

Díleč srovnávání účinnosti daných výukových metod bylo realizováno prostřednictvím *Studentova t-testu*. Pro hladinu významnosti byla zvolena hodnota 0,05. Pomocí statistických programů byly vypočteny potřebné hodnoty signifikance, jež byly srovnávány s hodnotou 0,05. Pokud byla hodnota signifikance rovna či menší než 0,05, zjišťovaný rozdíl dvou výsledků byl považován za statisticky významný. Hodnoty signifikance větší než 0,05 vypovídaly o statisticky nevýznamném rozdílu obou měření. Na základě těchto výsledků byly přijímány/zamítány díleč výzkumné hypotézy.

Kromě toho byl Studentův t-test použit pro porovnávání rozdílů úspěšnosti v testech v závislosti na pohlaví a také ke zjišťování vlivu formy vizualizace na úspěšnost v různých typech testových úloh.

Ve statistických analýzách bylo využito i *Pearsonova koeficientu korelace*, a to v těch případech, kdy byla zjišťována existence vztahu mezi úspěšností studentů ve vstupním testu a testech na příslušná učiva (v závislosti na formě jejich vizualizace). Hodnoty tohoto koeficientu, které jsou v příslušných tabulkách vyznačeny červeně, vyhodnotil program Statistica jako statisticky významný vztah.

## 3.6 Realizace výzkumu

### 3.6.1 Přípravná fáze experimentu

Empirický výzkum této disertační práce byl časově i organizačně náročný. Pro snadnější orientaci v jednotlivých krocích jeho realizace byl vytvořen časový harmonogram empirického výzkumu v grafické podobě a je umístěn v příloze 1.

#### 3.6.1.1 Návrh experimentálního plánu

Pro zjištění rozdílu v účinnosti dvou vyučovacích metod je jedinou objektivní a přijatelnou metodou výzkumu **metoda experimentální**. Existuje celá řada experimentálních plánů, které se liší svým rozsahem a dokonalostí. Empirický výzkum této práce byl realizován

podle plánu, který byl vytvořen s přihlédnutím ke specifikům dané výukové situace. Grafické vyobrazení experimentálního plánu empirického výzkumu je v příloze 2.

Pedagogický výzkum byl naplánován na zimní a letní semestr akademického roku 2011/2012. Podstatou experimentu bylo otestovat dva různé výukové postupy na několika skupinách studentů v zimním semestru a stejný výzkum zopakovat v semestru letním na skupinách dalších. Experiment byl aplikován na 2 učiva a zapojeni do něj byli 2 učitelé. Pro správný průběh experimentu bylo žádoucí eliminovat co největší množství nežádoucích proměnných a snahou jeho realizátorů bylo zajistit všem zúčastněným skupinám co možná nejvíce shodné podmínky.

### 3.6.1.2 Tvorba výukových materiálů a specifikace výukových metod

Jedním z klíčových kroků v přípravě experimentu byl **výběr učiva**. V zájmu kontroly faktoru učiva, jež mohl výsledky experimentu ovlivnit, byla vybrána učiva dvě. Na ně pak byly výukové metody aplikovány. Jednotlivá učiva byla vybrána náhodně ze souboru ucelených kapitol fyziologie člověka. Prvním učivem se stala kapitola *Fyziologie kosterní a hladké svaloviny* (zkráceně: *fyziologie svalů*, „učivo 1“), tématem pro druhé učivo byla *Fyziologie sluchově rovnovážného aparátu* (zkráceně: *fyziologie statoakustiky*; „učivo 2“).

V experimentu se testovala relativní účinnost **dvou výukových postupů (výukových metod)**, přičemž v jednom bylo učivo prezentováno formou statické vizualizace a ve druhém formou vizualizace dynamické. Prezentace učiva formou **statické vizualizace** představuje způsob vyučování, při němž jsou studentům promítány statické obrázky, doprovázené komentářem vyučujícího. Prezentace učiva formou **dynamické vizualizace** představuje způsob vyučování, při němž jsou studentům promítány dynamické obrázky (výukové animace či videa), doprovázené komentářem vyučujícího.

Jednotlivé metody byly pojmenovány jako A a B. Společným oběma metodám byl výklad prostřednictvím výukových prezentací vytvořených v programu MS PowerPoint. Ve výuce byly jednotlivé snímky promítány na projekční plátno prostřednictvím dataprojektoru a komentovány učitelem. Těžištěm prezentací byla obrazová část – vizualizace učiva. Prezentace byly ovládány učitelem, textová část snímků a doprovodný komentář byly u obou prezentací totožné. Rozlišujícím prvkem obou výukových metod byl **typ grafiky** využitý v prezentacích. Podrobnější vymezení obou výukových metod je náplní následujících odstavců.

### ***Výuková metoda A (dynamická vizualizace učiva)***

Obrazová část prezentace promítané v rámci této výukové metody je tvořena původními kresbami, vytvořenými s pomocí grafických nástrojů programu MS PowerPoint. V některých případech se jedná o statické obrázky, ale většinou (tam, kde jde o učivo dynamické – při popisu fyziologických procesů) jsou ze statických obrazů sestaveny dynamické výukové animace, jejichž průběh ve výuce vyučující ovládal.

Jednotlivé výukové animace buď proběhly celé najednou nebo byly segmentované na dílčí části, které byly vyučujícím spouštěny po sobě. O tom, zda bude animace plynulá či segmentovaná rozhodl jejich autor s přihlédnutím ke specifiku konkrétního učiva. Všechny výukové animace byly ve výuce spouštěny pouze jednou. Grafika výukových animací nebyla doplněna o text popisující průběh daných fyziologických dějů. Místo něj byl zařazen doprovodný komentář učitele.

Souhrnně lze parametry použitých animací vymezit takto: jednalo se o animace počítačové, animace doprovázené komentářem učitele, animace se schematickým charakterem obrazu, animace neinteraktivní, animace nerepetitivní, animace nesegmentované či segmentované (segmentované pouze u popisu komplexnějších dějů), animace se signálními vodítky v kombinaci s verbálním upozorněním učitele na významné prvky (použitá signální vodítka byla typu barevného zvýraznění určitých prvků obrazu).

### ***Výuková metoda B (statická vizualizace učiva)***

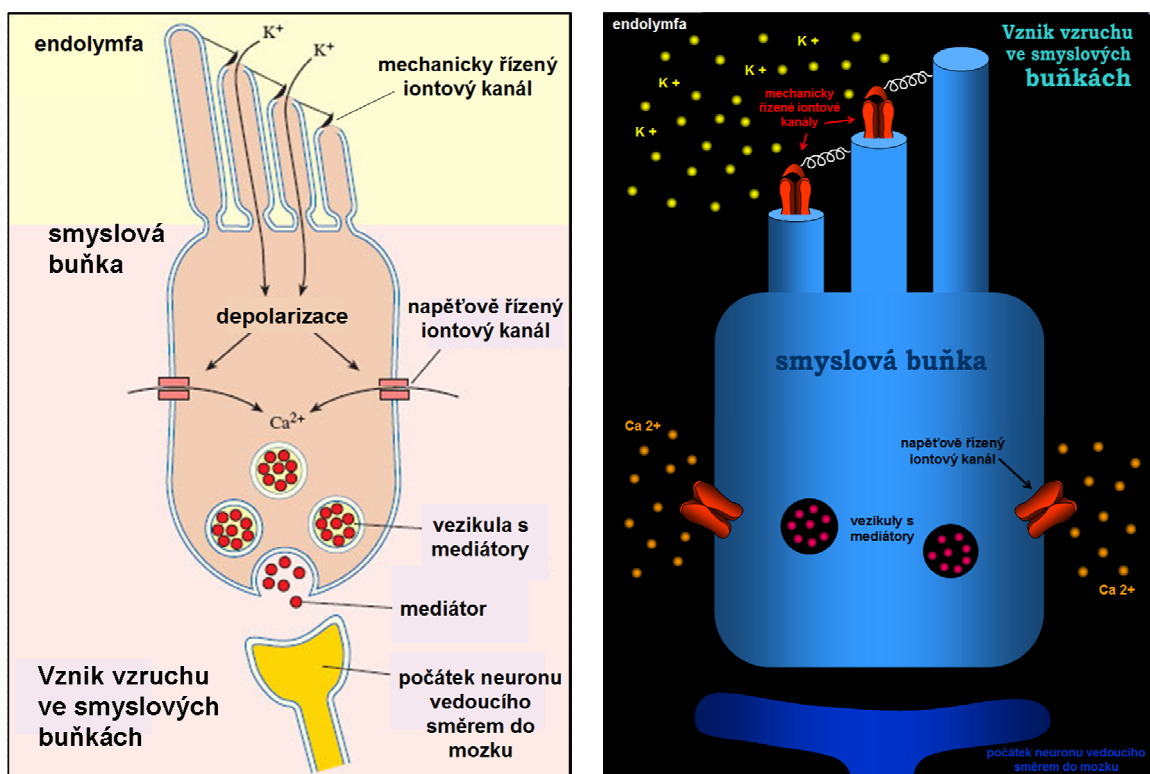
Obrazová část prezentace promítané v rámci této výukové metody je tvořena statickými kresbami, jež jsou ve výuce daného předmětu na vysokých školách běžně využívány. Při získávání těchto obrazových materiálů a jejich následném zakomponování do prezentace bylo využito následujících dostupných zdrojů:

- oskenované obrázky z nejčastěji doporučovaných českých skript pro daný předmět (viz tab. 1);
- obrázky převzaté z dostupných výukových prezentací na internetu;
- obrázky převzaté z materiálů zaslaných učiteli fakult v ČR, kde je fyziologie vyučována.

Mnoho dostupných zdrojů neobsahuje obrazový materiál ke klíčovým oblastem učiva vůbec; v takovýchto případech byly použity obrazové materiály ze zahraničních učebnic či internetových zdrojů a přeloženy do češtiny.

Co se týče statických obrazů, parametrů je u nich (v porovnání s obrazy dynamickými) vymezováno podstatně méně. V našem případě se jednalo o obrazy doprovázené

komentářem učitele, obrazy schematické i realistické, obrazy se signálními vodítky typu zvýrazňovacích šipek v kombinaci s verbálním upozorněním učitele na významné prvky. Veškerý obrazový materiál využitý v prezentaci učiva metodou B měl jednoho společného jmenovatele: byl statický.



Obr. 7 Srovnání statické a dynamické vizualizace vybraného fyziologického procesu (obr. vlevo: převzato a přeloženo z Mathews, 2001, s. 83; obr. vpravo: vlastní tvorba autora disertační práce)

Obrazový materiál výukové metody B (dále jen „metoda B“) byl obsahově ekvivalentní k obrazovému materiálu výukové metody A (dále jen „metoda A“). Míra shody byla nezávisle posouzena 2 hodnotiteli (učiteli biologie) a odsouhlasena. Ukázka z výukových materiálů obou metod (statická a dynamická vizualizace) je na obr. 7, kde je vybraný fyziologický proces (z učiva 2 – princip vzniku vzruchu ve smyslových buňkách) vizualizován statickou formou (nalevo) a dynamickou formou (napravo). Dynamická vizualizace musela být pro potřeby tisku převedena do statické podoby; příslušnou dynamickou podobu (tedy výukovou animaci tohoto procesu) lze najít v přílohovém CD této práce v sekci „Výukové prezentace“.

V těchto místech je třeba zmínit poznámku týkající se míry podobnosti obrazů dvou metod. Obrazový materiál využitý v prezentaci metody A a B je ekvivalentní, avšak pouze



obsahově a mezi obrazy obou metod lze nalézt určité rozdíly. Ty jsou dány především tím, že obrazy vytvořené s pomocí nástrojů programu PowerPoint (v rámci metody A) jsou graficky jednotné (k jejich tvorbě bylo využito nástrojů téhož grafického programu). V kontrastu k nim jsou obrazy metody B, které byly převzaty z různých zdrojů a jsou tak graficky heterogenní. Navíc, některé obrazy prezentace této výukové metody jsou schematické a jiné realistické. Obrazový materiál vytvořený pro potřeby prezentace v rámci metody A byl však vždy schematického charakteru. V našem pojetí jsou schematické obrazy takové obrazy, u kterých jsou zanedbány detaily, jež jsou vzhledem k funkci popisovaného objektu/děje nepodstatné. Jsou to tedy obrázky zjednodušené, avšak obsahují všechny důležité informace (srov. Macek, 1986).

V rámci metody A nebylo v některých případech vhodné k tvorbě původních obrazů program PowerPoint využít (např. obrazy složitých buněčných útvarů). V těchto místech byl využit převzatý obraz nebo fotografie z jiného zdroje (vyskytuje se potom souběžně v obou prezentacích). K těmto obrazům společným pro obě výukové metody se žádné úlohy didaktických testů (měřící účinnost metod) nevztahovaly.

Všechny výukové prezentace v elektronické podobě (učivo 1 v metodě A/B, učivo 2 v metodě A/B) jsou v této práci k dispozici na přílohovém CD.

### 3.6.1.3 Tvorba didaktických testů

Nástrojem měření účinnosti výukových metod (aplikovaných v experimentu) byly didaktické testy, které bylo nutno vytvořit. Pro potřeby experimentu byly sestaveny celkem 3 didaktické testy, jejichž původní verze byly dále upravovány tak, aby byly získány kvalitní testy s dobrými položkami.

Prvním vytvořeným testem byl *vstupní test*, zaměřený na zjištění elementárních znalostí ze středoškolského učiva fyziologie člověka. Účelem vytvoření a zadání druhého a třetího testu (*test na učivo 1*, *test na učivo 2*) bylo objektivní zjišťování úrovně zvládnutí učiva dvou tematických celků zařazených do experimentální výuky a tím i účinnosti dané výukové metody.

Všechny 3 didaktické testy byly konstruovány podle závazných kroků (a jejich dílčích částí), které uvádí literatura zaměřená tvorbu didaktických testů (Byčkovský, 1982; Chráska, 1999). Těmito základními kroky jsou: plánování testu, konstrukce testu a ověřování testu.

### ***Vstupní test***

Vytvořený vstupní test spadá podle klasifikace, kterou uvádí Byčkovský (1982) mezi: testy úrovně, testy studijních předpokladů, testy rozlišující, testy vstupní, testy polytematické a testy objektivně skórovatelné (s několika úlohami subjektivně skórovatelnými).

Cílem vstupního testu bylo postihnout úroveň základních poznatků z učiva fyziologie člověka, jež by si studenti měli pamatovat ze středoškolského učiva biologie. Test byl určen pro studenty bakalářských oborů biologicky zaměřených oborů na PřF UP. Na základě administrování vstupního testu byla zjišťována vědomostní vyrovnanost u skupin studentů zapojených do experimentálního šetření zaměřeného na testování výukových metod.

Základem pro konstrukci vstupního testu bylo rozčlenění středoškolského učiva biologie člověka do 10 tematických celků, přičemž každému celku byl (podle důležitosti učiva a jeho rozsahu) přidělen určitý počet úloh. U jednotlivých úloh bylo následně stanoveno, jakou úroveň osvojení poznatků měří – podkladem k tomuto přidělování byla Niemierkova taxonomie výukových cílů (viz Byčkovský, 1982) a jeho výsledkem je **specifikační tabulka** pro první verzi vstupního testu (příloha 3.1). 4 kategorie úrovně osvojení byly z praktických důvodů sloučeny do dvou kategorií: vědomosti, dovednosti. Specifikační tabulka udává, jaký obsah učiva jednotlivé úlohy zkoušejí, v jakých proporcích a na jakou úroveň osvojení jsou tyto úlohy zaměřeny.

Při návrhu testových úloh byl zohledňován charakter učiva a cíle, které má test plnit. Dále bylo respektováno množství pokynů a doporučení pro konstrukci vhodných testových položek (viz Byčkovský, 1982; Chráska, 1999 – např. navrhovat úlohy vzájemně nezávislé a distraktory stejně věrohodné, využívat v testech obrázky, nezařazovat pouze úlohy vědomostního typu, použít jednoduché skórování atd.). Vytvořený vstupní test obsahuje především úlohy s výběrem odpovědi, přičemž předkládány jsou 4 varianty možností a buď je jedna možnost správná či nesprávná. Pro vyloučení náhody při odpovídání jsou v testu zařazeny i úlohy otevřené, a to otevřené úlohy se stručnou odpovědí, ale i široké otevřené úlohy. Ojedinelé jsou i úlohy dichotomické či úlohy přiřazovací. Většina položek je formulovaná verbálně, v některých případech jsou však součástí zadání i obrázky. V úvodu testu jsou zařazeny informace o účelu testu, pokyny o práci s testem a způsob jeho hodnocení. Celkový počet úloh první verze vstupního testu byl 46. Čas na vypracování testu byl určen na max. 30 minut a pro vyhodnocování testu bylo navrženo binární skórování (za každou úlohu 0/1 bod).

Po fázi naplánování testu a jeho konstrukci následovala časově náročná fáze ověřování a optimalizace testu. Pokud má být vytvořený test vhodným prostředkem měření výsledků výuky, musí vykazovat určité vlastnosti. Nejprve bylo nutné přesvědčit se o tom, zda test skutečně zkouší, co zkoušet má – tedy ověřit **validitu** testu. Pro splnění těchto podmínek byly osloveni 2 nezávislí expertní posuzovatelé, konkrétně RNDr. Lubomír Kincl, Csc. z Katedry botaniky na PřF UP a prof. RNDr. Vítězslav Bičík, Csc. z Katedry zoologie PřF UP. Tito posuzovatelé byli vybráni záměrně hned z několika důvodů: oba mají dlouholeté zkušenosti v didaktice biologie, publikovali řadu učebnic biologie pro střední školy a sestavovali vzorové testové otázky z biologie k přijímacím zkouškám na VŠ. Kromě toho se dr. Kincl aktivně podílel na tvorbě otázek k novým státním maturitám z biologie a prof. Bičík dlouhá léta vyučoval fyziologii člověka a živočichů na PřF UP v Olomouci.

Oběma posuzovatelům byl předložen prototyp vstupního didaktického testu k posouzení, spolu s formulářem pro posuzovatele (byl vytvořen podle vzoru doporučeného v práci Byčkovský, 1982). Úkolem posuzovatelů bylo posoudit především opravdovou správnost správných odpovědí, technickou kvalitu úloh, jejich důležitost a obtížnost (viz příloha 4.1); kromě toho mohli vznášet i jakékoliv připomínky k testu jako celku. Ukázka prototypu vstupního testu určeného pro posuzovatele je v příloze 5.1. Kromě původně navržených testových úloh jsou zde umístěny škály pro vyznačení obtížnosti a důležitosti úloh.

Celkově lze konstatovat, že oba experti přistoupili k hodnocení velmi svědomitě, jejich hodnocení bylo podobné a v mnohém se shodli. 46 původních úloh bylo na základě tohoto hodnocení zredukováno na počet 40 (vyřazeny byly položky nedůležité či nevhodné) a na základě průměrného hodnocení obtížnosti hodnotitelů byly do výsledného testu jednotlivé položky seřazeny od nejjednodušších po nejsložitější (jak je doporučováno v odborných publikacích – např. Chráska, 1999). Kromě toho došlo také k úpravě formulací zadání některých položek, změně některých distraktorů a grafické úpravě některých obrázků. Test korigovaný na základě důsledného hodnocení posuzovatelů mohl být považován za validní, jednotlivé jeho úlohy byly přiměřené a reprezentativní vzhledem k danému učivu pro konkrétní skupiny studentů.

Po těchto prvních získaných informacích o vytvořeném vstupním testu bylo nutné ověřit test na vzorku studentů, aby mohly být získány objektivní informace o testu a test případně dále korigovat. Validizovaný vstupní test (umístěn na CD této práce v elektronické podobě) o 40 položkách byl administrován vzorku 46 studentů, kteří se dostavili na jednu z přednášek z obecné genetiky na PřF UP v Olomouci (v zinním

semestru akademického roku 2011/2012). Jednalo se o studenty druhých ročníků těchto oborů:

*Molekulární a buněčná biologie (MBB)*

*Systematická biologie a ekologie (SBE)*

*Experimentální biologie (EXBIO)*

*Biologie – Zeměpis (Bi-Z)*

*Biologie – Matematika (Bi-M)*

*Biologie – Chemie (Bi-Ch)*

*Biologie – Geologie (Bi-Geo)*

*Biologie – Tělesná výchova (Bi-Tv)*

Test byl předložen záměrně druhým ročníkům, protože měly nejbližší k ročníkům třetím (a prvním), které byly zapojeny do vlastního experimentálního šetření (a kterým byla zadána již definitivní verze vstupního testu). Před rozdělením testu byli studenti seznámeni s účelem testu a časová lhůta pro jeho vyplnění byla vymezena na 45 minut. Studenti o testu nebyli předem informováni a v tomto ohledu měli všichni pro jeho vyplnění stejné podmínky. Vyzkoušení připraveného vstupního testu na vzorku studentů bylo nezbytným předpokladem pro následnou **analýzu vlastností testových úloh** a také **analýzu testu jako celku**, tedy pro fázi ověřování testu.

Po vyplnění byly testy vybrány a opraveny, přičemž za každou testovou položku bylo možné získat 1 bod (max. počet bodů = 40). Při hodnocení správnosti úloh bylo využito binárního skórování (za zcela správnou odpověď 1 bod, za chybnou odpověď 0 bodů). U otevřených úloh byly odpovědi hodnoceny subjektivně (odpovědi musely obsahovat všechny požadované informace); u přiřazovacích úloh bylo tolerováno jedno chybné přiřazení. Výsledky vstupního testu byly zaznamenány do souhrnných tabulek, ve kterých jsou posuzovány všechny testové úlohy u všech testů od všech studentů. V tabulkách jsou také uvedeny jednotlivé kroky výpočtů analýz vlastností testových úloh i testu jako celku (tabulky jsou k dispozici v excelovém souboru na přílohovém CD této práce).

První vypočítávanou vlastností testových úloh byla jejich **obtížnost**. U všech testových úloh byla vypočítána hodnota obtížnosti Q, která udává procento žáků, jež danou úlohu vyřešili nesprávně, nebo ji vynechali. Obtížnost Q může nabývat hodnot 0-100 (0 = nejsnadnější úlohy, 100 = nejnáročnější úlohy); optimální hodnota obtížnosti se pohybuje kolem 50. Obtížnost jednotlivých úloh byla vypočítána podle vztahu

$$Q = 100 \frac{n_n}{n}$$

kde  $Q$  je koeficient obtížnosti,  $n_n$  je počet studentů ve skupině, kteří odpověděli nesprávně nebo neodpověděli vůbec a  $n$  je celkový počet studentů. Po výpočtu obtížnosti všech úloh byly z testu standardně odstraněny úlohy, které vykazovaly obtížnost nižší než 20 (5 úloh), ostatní úlohy byly v testu zanechány (žádná z nich nepřesahovala obtížnost 80).

Dalším zjišťovaným parametrem testových položek byla jejich **citlivost** (rozlišovací schopnost testových úloh). Ideálně by úlohy s vysokou citlivostí měly být úspěšně řešeny úspěšnými studenty a naopak. Před výpočtem citlivosti museli být žáci rozděleni podle celkového počtu dosažených bodů na skupinu lepších a horších studentů. Citlivost byla posuzována na základě výpočtu koeficientu citlivosti ULI (označuje se  $d$ ), který vychází z rozdílu mezi obtížností úlohy ve skupině lepších a horších studentů (předpokládá se sudý počet studentů). Koeficient může nabývat hodnot od -1 do +1, přičemž platí, že čím vyšší hodnoty dosáhne, tím úloha dokonaleji rozlišuje mezi studenty s horšími vědomostmi od studenty s lepšími vědomostmi. Při hodnotě citlivosti 0 daná úloha nerozlišuje vůbec a záporné hodnoty citlivosti svědčí o tom, že úloha zvýhodňuje studenty s celkově slabšími vědomostmi, což není žádoucí. U koeficientu citlivosti ULI  $d$  je požadováno, aby u úloh o  $Q = 30-70$  dosahoval  $d$  alespoň 0,25 a u úloh s obtížností 20-30 a 70-80 alespoň 0,15. Hodnoty  $d$  byly vypočítány pro všechny testové úlohy podle vzorce:

$$d = \frac{n_L - n_H}{0,5N}$$

kde  $d$  je koeficient citlivosti ULI,  $n_L$  je počet studentů z lepší skupiny, kteří danou úlohu zodpověděli správně,  $n_H$  je počet studentů z horší skupiny, kteří stejnou úlohu vyřešili správně a  $N$  je celkový počet studentů. Výpočty bylo zjištěno, že většina úloh vykazuje dostatečnou citlivost. U 6 úloh byla zaznamenána velmi nízká citlivost (přičemž u jedné z nich dosahovala dokonce záporné hodnoty). Tyto úlohy byly z testu vyřazeny. U několika úloh byla naměřena citlivost na hranicích vhodné citlivosti – u nich byl však brán zřetel na jejich obtížnost, a tak úlohy, které dosahovaly hraničních hodnot citlivosti, ale vhodných hodnot obtížnosti, byly v testu zanechány a úlohy s hraničními hodnotami citlivosti a méně vhodnými hodnotami obtížnosti byly vyřazeny. Z testu tedy bylo vyřazeno celkem 7 úloh o nevhodné citlivosti.

Finální verze vstupního testu obsahovala (po eliminaci položek s nevhodnou obtížností a citlivostí) 28 úloh. Na základě toho byla potom vypracována korigovaná verze specifikační tabulky pro vstupní test (příloha 3.2). Po analýze vlastností testových položek bylo přistoupeno k hodnocení testu jako celku – bylo nutné zjistit, zda je test dostatečně spolehlivý a přesný, zda jeho výsledky nebyly ovlivněny náhodou – tedy zjistit jeho **reliabilitu**. Koeficient reliability může nabývat hodnot 0-1 (0 = naprostá nespolehlivost a nepřesnost testu, 1 = maximální spolehlivost a přesnost testu); v pedagogické diagnostice je většinou požadován koeficient reliability o minimální hodnotě 0,8. Reliabilita vstupního testu byla vypočítána dvěma nejčastějšími postupy, a to podle *Kuderova-Richardsonova vzorce a metodou půlení*.

Koeficient reliability se u Kuderova-Richardsonova vzorce vypočítává podle vztahu

$$r_{kr} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

kde  $r_{kr}$  je hodnota koeficientu reliability,  $k$  je počet úloh v testu,  $p$  je podíl žáků, kteří řešili určitou úlohu v testu správně,  $q = p - q$  a  $s$  je směrodatná odchylka pro celkové výsledky studentů v testu. Dílčí tabulky a výpočty jsou v excelovém souboru na přílohovém CD, po dosažení vypočtených hodnot do vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{kr} = \frac{28}{28-1} \left( 1 - \frac{5,922}{6,25^2} \right) = 0,879$$

Při výpočtu reliability metodou půlení je podmínkou sudý počet úloh a jejich řazení podle vzrůstající obtížnosti. Test musí být rozdělen na 2 poloviny – 1. polovinu tvoří úlohy s lichým pořadovým číslem, 2. polovinu tvoří úlohy se sudým pořadovým číslem. Výsledky dosažené studenty v obou polovinách testu se potom vzájemně korelují. Pro koeficient reliability je proto nezbytné nejprve vypočítat koeficient korelace. Vlastní výpočet koeficientu reliability se provádí pomocí Spearmanova-Brownova vzorce

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot r_p}{1 + r_p}$$

kde  $r_{sb}$  je koeficient reliability a  $r_p$  je korelační koeficient mezi výsledky žáků v obou polovinách testu. Dílčí tabulky a výpočty jsou opět v excelovém souboru na přílohovém CD, po dosazení vypočtených hodnot do vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot 0,791}{1 + 0,791} = 0,883$$

Při aplikaci obou způsobů výpočtu reliability vstupního testu bylo dosaženo uspokojivých hodnot (0,879 a 0,883), vstupní test bylo tedy možno považovat za dostatečně reliabilní. Konečná verze vstupního testu disponovala úlohami kvalitních vlastností, jako celek byl didaktický test dostatečně validní a poskytoval spolehlivé a přesné výsledky. Tím byl vstupní test připraven pro vlastní experimentální šetření.

### ***Testy na učivo 1 a 2***

Vytvořené testy na obě učiva spadají podle klasifikace Byčkovského (1982) do: testů úrovně, testů výsledků výuky, testů rozlišujících, testů výstupních, testů monotematických a testů objektivně skórovatelných (s některými úlohami subjektivně skórovatelnými).

Cílem obou testů bylo zjištění výsledků výuky po probrání určitého tématického celku (jak studenti prezentované učivo přijímají a chápou) a tím postihnout míry účinnosti dvou různých výukových metod aplikovaných na dvě konkrétní učiva v experimentu (*Fyziologie kosterní a hladké svaloviny* a *Fyziologie sluchově rovnovážného aparátu*). Testy byly určeny pro studenty bakalářských studií biologicky zaměřených oborů.

Základem pro konstrukci testů bylo rámcové vymezení obsahu testu, přičemž každé oblasti (podle důležitosti učiva a jeho rozsahu) byl přidělen určitý počet úloh. U jednotlivých úloh bylo následně specifikováno, jakou úroveň osvojení poznatků měří – podkladem k tomuto přidělování byla opět Niemiřkova taxonomie výukových cílů. Specifikační tabulky pro učivo 1 a 2 opět (jako v případě vstupního testu) udávají, jaký obsah učiva jednotlivé úlohy zkouší, v jakých proporcích a na jakou úroveň osvojení jsou tyto úlohy zaměřeny. Specifikační tabulky původních testů na obě učiva jsou v přílohách 3.3 a 3.4.

Při návrhu testových úloh byl zohledňován charakter učiva a cíle, které mají testy plnit. Obdobně jako v případě testu vstupního byly respektovány pokyny a doporučení pro konstrukci vhodných testových položek. Forma testu, charakter úloh a způsob hodnocení

byly obdobné, jako v případě testu vstupního. Podobné je i spektrum úloh (navíc jsou však přítomny úlohy seřazovací). Prototyp testu na učivo 1 obsahoval 47 úloh, v případě testu na učivo 2 to bylo 42 úloh.

Po navržnutí a konstrukci testů na obě učiva následovala fáze ověření **validity**, opět prostřednictvím expertních hodnocení. Každý test byl opět nezávisle hodnocen 2 kompetentními osobami. Prvním posuzovatelem didaktického testu na učivo 1 (fyziologii svalů) byl doc. RNDr. Lubomír Krejčovský CSc. z Katedry antropologie a zdravotní PdF UP v Olomouci, který má dlouholetou praxi ve výuce fyziologie. Druhým hodnotitelem byla MUDr. Kateřina Kikalová, Ph.D. – odborná asistentka stejné katedry, která se věnuje výuce především zdravotně orientovaných disciplín. Test na učivo 2 (fyziologie statoakustiky) odborně zhodnotil doc. Krejčovský a prof. Bičík. Hodnocení testů probíhalo obdobným způsobem, jako u testu vstupního.

U testu na učivo 1 bylo původních 47 navrhaných otázek zredukováno na 45, u testu na učivo 2 bylo ponecháno všech 42 původních otázek. Kromě toho byly u obou testů upraveny formulace zadání a distraktorů některých úloh. Testy korigované na základě důsledného hodnocení posuzovatelů mohly být považovány za validní, jednotlivé jejich úlohy byly přiměřené a reprezentativní vzhledem k danému učivu pro konkrétní skupiny studentů.

Analýza vlastností didaktických testů byla realizována až v první fázi vlastního experimentálního šetření.

### **3.6.2 Vlastní experiment**

#### **3.6.2.1 Experimentální fáze zimního semestru**

##### **3.6.2.1.1 Základní organizace experimentu**

Vlastní experimentální výzkum byl zahájen ve druhé polovině zimního semestru akademického roku 2011/2012 ve výuce předmětu Fyziologie člověka a živočichů na PřF UP v Olomouci. Celý experiment proběhl ve dvou fázích: první fáze byla realizována v zimním akademickém semestru a druhá v semestru letním.

Grafická podoba první fáze experimentálního plánu je v příloze (konkrétně v horní části schématu – ZS = zimní semestr). V této fázi působil ve výuce pouze jeden učitel (ve



schématu označován jako „X“) a výukové metody byly aplikovány na dvě učiva. První fáze experimentu byla realizována ve dvou na sebe navazujících etapách. V první etapě byly k dispozici 2 experimentální a 2 kontrolní skupiny studentů. Tyto skupiny byly tvořeny studenty 3. ročníků odborných biologických studijních programů (BIOCH, MBB, SBE) a byly pracovně nazvány K, L, M a N. Ve druhé etapě byly k dispozici 1 experimentální a 1 kontrolní skupina, přičemž tyto skupiny tvořili studenti 1. ročníků odborných biologických studijních programů (OTŽP a BIOF) a pro potřeby našeho výzkumu byly pojmenovány jako O a P. Nejprve proběhla výuka prvního učiva (fyziologie svalů = učivo 1) u skupin K-N a na to navázala výuka učiva druhého (fyziologie statoakustiky = učivo 2), tentokrát u skupin O a P. Výuka v jednotlivých skupinách byla realizována v pořadí, které je patrné z výsledkových excelových tabulek (v přílohovém CD).

Pro tuto první fázi experimentu byl k dispozici upravený vstupní test, který vykazoval dostatečnou reliabilitu a také 2 didaktické testy na 2 učiva, které byly zatím pouze validizovány experty (viz příloha 5.3 a 5.4). Reliabilita obou testů byla zjištěna až po proběhnutí této fáze, čímž byly testy na učivo připraveny k druhé fázi experimentu, probíhající v navazujícím letním semestru. Cílem této fáze tedy bylo vyzkoušet vytvořené didaktické testy na obě učiva na vzorku studentů a na základě toho tyto testy korigovat (stejným způsobem, kterým byly upravovány vstupní testy v první polovině zimního semestru). Po získání prvních výsledků z vyhodnocených didaktických testů již bylo možné porovnávat účinnost obou výukových metod. Kromě toho tato fáze experimentu poskytla jeho autorovi řadu námětů ke zdokonalení organizace experimentu pro jeho navazující fázi.

#### **3.6.2.1.2 Experimentální působení v první etapě (učivo 1)**

Výuka fyziologie živočichů a člověka v zimním akademickém semestru probíhá na PřF UP formou přednášek a praktických cvičení, a to pro první a třetí ročníky odborných biologických studijních programů. Pro 3. ročníky existuje jedna společná přednáška a několik praktických cvičení, do kterých jsou studenti rozděleni – v daném semestru se jednalo o celkem 4 skupiny, čehož bylo využito a experimentální výuka proběhla právě v rámci praktických cvičení. Protože je fyziologické učivo velmi obsáhlé, všechny kapitoly se do přednášek nevejdou a výuka některých tematických okruhů je omezeně zařazena do

praktických cvičení – pro studenty tedy teoretická výuka v rámci praktických cvičení nebyla překvapením.

Ve prospěch zachování přirozených podmínek nedošlo k přeskupování studentů mezi jednotlivými skupinami a všichni se na výuku dostavili do skupiny, kterou v semestru běžně navštěvovali. Rozdělení studentů do jednotlivých oborů je patrné z tabulky výsledků didaktických testů (v příloze 6.1 a v elektronické podobě na CD). K dispozici tedy byly 4 skupiny studentů, z čehož 2 sloužily jako experimentální a 2 jako kontrolní. Počty studentů v jednotlivých skupinách jsou patrné z grafického schématu experimentálního plánu (příloha 2). Určení, která skupina bude experimentální a která kontrolní, bylo zcela náhodné (jediným záměrem bylo to, aby ze dvou skupin studentů, které byly tvořeny převážně oborem MBB, byla jedna skupina experimentální a jedna kontrolní – z důvodu následného porovnávání). Ve 2 skupinách proběhla prezentace učiva výukovou metodou A, v dalších 2 skupinách potom výukovou metodou B.

Praktická cvičení běžně trvají 3 vyučovací jednotky (135 minut) – veškerý tento čas byl pro experiment vyhrazen. Celkový čas na všechny fáze (vstupní test, výuka, výstupní test) byl odhadován na 110 minut, 15 minut sloužilo jako výhodná časová rezerva.

V úvodu vyučovací jednotky byl studentům zadán vstupní test o 28 položkách s prosbou o vyplnění. Na studenty nebyly uvalovány žádné časové limity pro vyplnění testu a test všichni odevzdali po 15-20 minutách. Po vstupním testu následovala prezentace učiva 1: ve dvou skupinách (experimentálních) bylo učivo prezentováno formou dynamické vizualizace (metoda A), ve zbylých dvou skupinách (kontrolních) formou vizualizace statické (metoda B). Vlastní vyučování trvalo ve všech skupinách 55-65 minut. Bezprostředně po prezentaci učiva byl studentům rozdán test na příslušné učivo. Studenti na testování předem připraveni nebyli; před prezentací učiva jim bylo pouze sděleno, že se jedná o důležitou kapitolu, která je stěžejní součástí zkoušky z fyziologie. Časové limity na vyplnění didaktického testu na učivo 1 opět určeny nebyly. Všichni studenti odevzdali vyplněný test po 20-30 minutách.

Protože bylo v této fázi experimentu pracováno zatím pouze s validizovaným didaktickým testem na učivo 1, bylo po jeho vyzkoušení na vzorku studentů nutné provést **analýzu vlastností testových úloh** a také **analýzu testu jako celku** a ověřit tak jeho reliabilitu.

Při vyhodnocování správnosti úloh bylo využito binárního skórování (za zcela správnou odpověď 1 bod, za chybnou odpověď 0 bodů). U otevřených úloh byly odpovědi hodnoceny subjektivně (odpovědi musely obsahovat všechny požadované informace);

u přiřazovacích úloh bylo tolerováno jedno chybné přiřazení, u úloh seřazovacích musely být jednotlivé položky seřazeny ve zcela správném pořadí. Výsledky testů na učivo 1 byly zaznamenány do souhrnných tabulek, ve kterých jsou analyzovány všechny jednotlivé testové úlohy u všech studentů. Tyto tabulky také obsahují jednotlivé kroky při výpočtech analýz vlastností testových úloh i testu jako celku (tabulky jsou k dispozici v excelovém souboru na přílohovém CD této práce). Výsledky vyplňování testů na učivo 1 jsou uvedeny také v příloze 6.1.

Původní forma testu na učivo 1 obsahovala celkem 45 úloh. Učivo bylo rozděleno do 3 tematických celků (obecné principy pohybu na molekulární úrovni, princip fungování kosterní svaloviny, princip fungování hladké svaloviny). Každému tematickému celku bylo v přednášce vyhrazeno přiměřené množství času (s ohledem na jeho rozsah a důležitost), čemuž také odpovídalo množství úloh zkoušejících danou část učiva (jak lze vyčíst ze specifikační tabulky – viz příloha 3.3). Co se týče poměru vědomostních a dovednostních položek, v případě testu na učivo 1 to bylo 32:13.

Při analýzách vlastností testových úloh i testu jako celku bylo postupováno obdobně, jako při posuzování testů vstupních. Při hodnocení vlastností testových úloh byla nejprve posuzována jejich obtížnost. Jako obtížnostně nevhodných se prokázalo celkem 5 položek. Protože ale u 2 z nich byla zjištěna přijatelná citlivost a experty byly posouzeny tyto úlohy jako velmi důležité, byly v testu zachovány. Po vyhodnocení obtížnosti byl tedy test zkrácen o 3 položky.

Dalšími výpočty bylo zjištěno, že převážná část úloh disponuje dostatečnou citlivostí. Přesto bylo z testu odstraněno 10 položek, které vykazovaly velmi nízkou citlivost (přičemž koeficient citlivosti u jedné z úloh měl hodnotu 0 a u dalších dvou úloh dokonce hodnoty záporné). Po odstranění nevhodných položek v testu zůstalo celkem 32 úloh. Na základě této selekce byla vypracována upravená forma specifikační tabulky (příloha 3.3). Z ní lze vyčíst, že procentuální zastoupení testových úloh v jednotlivých učebních okruzích zůstalo téměř zachováno a dále, že poměr vědomostních a dovednostních položek (32:13  $\Rightarrow$  23:9) zůstal téměř v původní podobě.

Posledním krokem v hodnocení testu bylo určení jeho reliability. Koeficienty reliability byly vypočítávány z již upraveného testu, tedy z testu o 32 vhodných položkách. Postupováno bylo obdobně, jako při hodnocení vstupního testu: reliability byla vypočtena podle *Kuderova-Richardsonova vzorce a metodou pŕlení*. Dílčí tabulky a výpočty jsou v excelovém souboru na přílohovém CD. Po dosazení vypočítaných hodnot do Kuderova-Richardsonova vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{kr} = \frac{32}{32-1} \left( 1 - \frac{6,598}{6,69^2} \right) = 0,877$$

Při výpočtu reliability metodou půlení bylo po dosazení vypočtených hodnot do příslušného vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot 0,811}{1 + 0,811} = 0,896$$

Při aplikaci obou způsobů výpočtu reliability didaktického testu na učivo 1 bylo dosaženo uspokojivých hodnot (0,877 a 0,896), test tedy bylo možné považovat za dostatečně reliabilní. Korigovaná, konečná verze testu na učivo 1 disponovala úlohami kvalitních vlastností, jako celek byl didaktický test dostatečně validní a poskytoval spolehlivé a přesné výsledky. Tím byl tento test připraven pro fázi experimentálního šetření v letním semestru.

### 3.6.2.1.3 Experimentální působení ve druhé etapě (učivo 2)

V zimním semestru experiment pokračoval svojí druhou etapou, a to u dalších skupin studentů odborných biologických studií. Tentokrát se jednalo o studenty, jež mají předmět Fyziologie člověka a živočichů zařazen do 1. ročníku studia. Pro první ročníky jsou vyhrazeny vlastní přednášky a 2 paralelní praktická cvičení z tohoto předmětu. Toho bylo opět pro potřeby experimentu využito a experiment proběhl v rámci praktických cvičení. I v tomto případě bývají běžně do praktických cvičení zařazovány teoretické bloky učiva, a proto pro studenty teoretická výuka v rámci praktických cvičení opět nebyla překvapením. Přesto, že učivo fyziologie je pro tyto studijní obory obsahově zkráceno, na vybrané experimentální učivo (učivo 2) byly na studenty uvaleny stejné podmínky, jako na studenty ostatních odborných biologických studijních programů (studující fyziologii ve 3. ročníku).

K dispozici byly tedy 2 skupiny studentů, jež představovaly 2 skupiny srovnávací (1 experimentální a 1 kontrolní). Aby byly zachovány přirozené podmínky, studenti nebyli ze skupin uměle přeskupováni do skupin jiných a všichni se na výuku dostavili dle běžného rozvrhu. Rozdělení studentů do skupin podle oborů je patrné z tabulky výsledků

didaktických testů (příloha 6.2). Určení, která skupina bude experimentální a která kontrolní, bylo zcela opět náhodné. Počty studentů v jednotlivých skupinách jsou patrné z grafického schématu experimentálního plánu (příloha 2). V první skupině proběhla prezentace učiva výukovou metodou B, v druhé skupině potom výukovou metodou A.

Praktickým cvičením jsou pro 1. ročníky vyhrazeny 2 vyučovací jednotky (90 minut) – veškerý tento čas byl pro experimentální výuku vyhrazen. Celkový čas na všechny fáze byl odhadován na 90 minut.

Nejprve byl studentům zadán vstupní test o 28 položkách s prosbou o jeho vyplnění. Na studenty nebyly uvaleny žádné časové limity a vyplněný test všichni odevzdali po 15-20 minutách. Na aplikaci vstupního testu navázala prezentace učiva 2: v první skupině (kontrolní) bylo učivo prezentováno formou statické vizualizace (metoda B), ve druhé skupině (experimentální) potom formou vizualizace dynamické (metoda A). Vlastní vyučování trvalo v obou skupinách 50 minut. Ihned po prezentaci učiva byl studentům administrován test na příslušné učivo. Studenti na testování předem připraveni nebyli; před prezentací učiva jim bylo sděleny stejné informace, jako předchozím skupinám studentů v první fázi experimentu. Časové limity na vyplnění testu na učivo opět určeny nebyly. Všichni studenti odevzdali vyplněný test po 20-25 minutách.

Protože bylo i v této fázi experimentu pracováno s první vytvořenou verzí didaktického testu, bylo po jeho vyzkoušení na vzorku studentů nutné provést **analýzu vlastností testových úloh** a také **analýzu testu jako celku** pro zjištění míry jeho reliability.

Při opravování a hodnocení testů bylo použito stejných postupů, jako v případě testu na učivo 1. Výsledky vyplňování testů na učivo 2 jsou uvedeny v příloze 6.2 a spolu s analýzami jednotlivých úloh také na přílohovém CD.

Původní forma testu na učivo 2 obsahovala celkem 42 úloh. Učivo bylo rozděleno do 2 tematických celků (princip fungování rovnovážného ústrojí, princip fungování sluchového orgánu). Každému tematickému celku bylo v přednášce vyhrazeno přiměřené množství času (s ohledem na jeho rozsah a důležitost), čemuž také odpovídalo množství úloh zkoušejících danou část učiva (jak lze vyčíst ze specifikační tabulky – viz příloha 3.4). Co se týče poměru vědomostních a dovednostních položek, u tohoto testu činil 32:10 a byl tedy podobný, jako v případě testu na učivo 1.

Při analýzách vlastností testových úloh i testu jako celku bylo postupováno stejně, jako při posuzování testu vstupního i testu na učivo 1. Vyhodnocení obtížnosti testových úloh ukázalo, že test obsahuje 7 obtížnostně nevhodných položek. U jedné z nich však byla

zjištěna přijatelná citlivost a experty byla tato položka posouzena jako velmi důležitá. Proto bylo v této fázi z testu vyřazeno nevhodných položek pouze 6.

Z hodnocení citlivosti testových úloh vyšlo najevo, že všechny položky vykazují dostatečnou citlivost, s výjimkou 2 úloh, které byly z testu vyřazeny. Vyřazení celkem 8 testových úloh dalo vzniknout korigované verzi specifikační tabulky (příloha 3.4), ve které je k jednotlivým kolonkám přiřazeno celkem 34 úloh. Stejně jako v případě učiva 1, procentuální zastoupení testových úloh v jednotlivých učebních okruzích doznalo oproti původnímu testu minimálních změn a dále, poměr vědomostních a dovednostních položek zůstal téměř v původní podobě (32:10  $\Rightarrow$  26:8).

Posledním důležitým krokem v hodnocení testu bylo určení jeho reliability. Koeficienty reliability byly vypočítávány z již upraveného testu, tedy z testu o 34 vhodných položkách. Postupováno bylo obdobně, jako při hodnocení vstupního testu i testu na učivo 1: reliability byla vypočtena podle *Kuderova-Richardsonova vzorce* a *metodou půlení*. Dílčí tabulky a výpočty jsou opět k dispozici v excelovém souboru na přílohovém CD. Po dosazení vypočítaných hodnot do Kuderova-Richardsonova vzorce bylo dospěno k následující hodnotě reliability:

$$r_{kr} = \frac{34}{34-1} \left( 1 - \frac{7,345}{7,19^2} \right) = 0,884$$

Při výpočtu reliability metodou půlení byla po dosazení vypočtených hodnot do příslušného vzorce zjištěna následující hodnota reliability:

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot 0,867}{1 + 0,867} = 0,929$$

Při aplikaci obou způsobů výpočtu reliability testu na učivo 2 bylo dosaženo uspokojivých hodnot (0,884 a 0,929) a test bylo možno považovat za přiměřeně reliabilní. Konečná verze tohoto testu disponovala úlohami kvalitních vlastností, jako celek byl didaktický test dostatečně validní a poskytoval spolehlivé a přesné výsledky. I test na učivo 2 byl tedy připraven pro fázi experimentálního šetření v letním semestru.

### 3.6.2.2 Experimentální fáze letního semestru

### **3.6.2.2.1 Základní organizace experimentu**

Druhá fáze experimentálního výzkumu proběhla opět v rámci výuky předmětu Fyziologie člověka a živočichů na PřF UP v Olomouci, a to v letním semestru akademického roku 2011/2012.

Grafická podoba druhé fáze experimentálního plánu je v příloze 2 (konkrétně ve spodní části schématu – LS = letní semestr). Experimentální plán byl, v porovnání s plánem zimního semestru, zdokonalen. Ve výuce působili 2 učitelé (ve schématu označení jako „učitel X“ a „učitel Y“) a výukové metody byly opět aplikovány na dvě učiva. Tato druhá fáze experimentu byla opět realizována ve dvou na sebe navazujících etapách. V první etapě byly k dispozici 2 experimentální a 2 kontrolní skupiny studentů, jež byly využity i pro druhou navazující etapu. Tyto skupiny byly tvořeny studenty 3. ročníků učitelských biologických studijních programů (Bi-Z, Bi-Ch, Bi-F, Bi-M, Bi-Tv, Bi-Geo) a pro potřeby našeho výzkumu byly pojmenovány jako R, S, T a U. Nejprve proběhla výuka prvního učiva (fyziologie svalů = učivo 1) u skupin R-U a na to navázala výuka učiva druhého (fyziologie statoakustiky = učivo 2), a to u stejných skupin. Výuka v jednotlivých skupinách byla realizována v pořadí, které je patrné z výsledkových excelových tabulek (v přílohovém CD).

Pro fázi experimentálního šetření v letním semestru byly (kromě vstupních testů) připraveny již korigované testy na obě učiva. Jednalo se o upravené verze původních forem testů, které byly aplikovány v zimním semestru. Tyto upravené testy splňovaly požadavky na dostatečnou spolehlivost a přesnost, tedy byly přiměřeně reliabilní. Hlavním cílem experimentu v letním semestru již tedy nebyla úprava původních vytvořených testů, ale srovnání účinnosti dvou různých výukových metod aplikovaných na 2 učiva (právě na základě vyhodnocení korigovaných didaktických testů).

### **3.6.2.2.2 Experimentální působení v první etapě (učivo 1)**

Výuka Fyziologie živočichů a člověka v letním akademickém semestru probíhá na PřF UP formou přednášek a praktických cvičení, a to pro třetí ročníky učitelsky zaměřených oborů (učitelství biologie a dalšího předmětu pro střední školy). Pro 3. ročníky existuje jedna společná přednáška a několik praktických cvičení, do kterých jsou studenti rozděleni – v daném semestru to byly opět celkem 4 skupiny, čehož bylo využito a experimentální výuka proběhla v jejich rámci.

K přeskupování studentů mezi jednotlivými skupinami opět nedošlo a všichni se na výuku dostavili do skupiny, kterou v semestru běžně navštěvovali. K dispozici tedy byly 4 skupiny studentů, z čehož 2 sloužily jako experimentální a 2 jako kontrolní. Určení, která skupina bude experimentální a která kontrolní, bylo opět zcela náhodné. Počty studentů v jednotlivých skupinách jsou patrné ze schématu experimentálního plánu (příloha 2). Ve 2 skupinách proběhla prezentace učiva výukovou metodou A, v dalších 2 skupinách potom výukovou metodou B.

Výuka byla vedena dvěma učiteli (v grafické podobě experimentálního plánu označování jako „učitel X“ a „učitel Y“), přičemž každému učiteli byly náhodně přiřazeny 2 skupiny studentů. Každý učitel prezentoval učivo vždy v jedné skupině výukovou metodou A a ve druhé skupině metodou B (přiřazení výukových metod ke skupinám bylo též zcela náhodné). Praktická cvičení běžně trvají 3 vyučovací jednotky (135 minut) – veškerý tento čas byl pro experiment vyhrazen. Celkový čas na všechny fáze (vstupní test, výuka, výstupní test) byl odhadován na 110 minut, 15 minut sloužilo jako výhodná časová rezerva.

Další postup ve vyučování byl obdobný, jako v případě první etapy experimentálního působení v zimním semestru. Výsledky studentů ve vstupním testu a v testu na učivo 1 jsou zaznamenány v tabulce přílohy 6.3.

### **3.6.2.2.3 Experimentální působení ve druhé etapě (učivo 2)**

Závěrečným krokem experimentu byla výuka v letním akademickém semestru. V této etapě bylo pracováno se stejnými skupinami studentů a učivo 2 bylo všem skupinám prezentováno stejnými učiteli, jako v případě učiva 1 v předchozí etapě. Skutečnost, že druhé učivo bylo možné prezentovat stejným studentům, jako v případě učiva prvního, byla velmi důležitá. Díky ní bylo totiž možné před vlastní výukou provést rotaci faktoru (faktorem byla výuková metoda A/B). Všem skupinám studentů bylo tedy druhé učivo prezentováno s využitím druhé formy jeho vizualizace, než v případě učiva prvního. Změnilo se tedy učivo a forma metody jeho výkladu. Experimentální a kontrolní skupiny si tak vzájemně vyměnily svoji roli.

Další postup ve vyučování byl obdobný, jako v případě druhé etapy experimentálního působení v zimním semestru. Výsledky této závěrečné etapy vlastního experimentu jsou uvedeny v tabulce přílohy 6.4.



### 3.6.3 Výsledky empirického výzkumu

#### 3.6.3.1 Výsledky experimentálního působení v zimním semestru

Podle vytvořeného experimentálního plánu se nejdříve měly zjišťovat rozdíly v účinnosti dvou rozdílných výukových metod v případě prezentace učiva „*Fyziologie kosterní a hladké svaloviny*“ (zkráceně: fyziologie svalů; učivo 1). Předpokladem pro porovnávání účinnosti v jednotlivých skupinách byla vyrovnanost studentů ve vědomostech ze středoškolské fyziologie, jež jsou nezbytným předpokladem pro zvládnutí vysokoškolského učiva fyziologie. Před zahájením experimentálních působení bylo tedy nejprve nutné ve všech studijních skupinách do něj zapojených ověřit, zda mají stejnou vstupní úroveň vědomostí ze středoškolské fyziologie. Toto ověřování bylo provedeno prostřednictvím aplikace vstupního testu, který obsahoval reprezentativní výběr učiva. Tab. 2 uvádí výsledky studijních skupin K, L, M a N v tomto vstupním testu.

Tab. 2 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin K, L, M, N

Skupina	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet studentů
K	16,93	1,06	16
L	17,64	1,13	14
M	19,54	1,28	11
N	16,57	1,60	7

$\Sigma 48$

Pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu bylo ověřováno, zda jsou mezi dosaženými průměrnými výsledky v jednotlivých studijních skupinách statisticky významné rozdíly. Výsledky této analýzy uvádí tab. 3.

Tab. 3 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin K, L, M, N

Zdroj rozptylu	SČ	Stupně volnosti	Rozptyl	F	Signifikance
mezi skupinami	55,72	3	18,57	1,0363	<b>0,3858</b>
uvnitř skupin	788,59	44	17,92		
celkem	844,31	47			

Z provedené analýzy rozptylu vyplývá, že mezi dosaženými průměry ve sledovaných studijních skupinách nejsou na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly (signifikace  $p = 0,3858$ ). Skupiny proto bylo možné považovat (pro účely experimentu) za vyrovnané.

Výsledky, ke kterým bylo dospěno na základě analýzy rozptylu, byly dále kontrolovány pomocí Kruskalova – Wallisova testu.

Tab. 4 Kruskalův – Wallisův test pro výsledky vstupního testu u skupin K, L, M a N

Skupina	Počet platných	Součet pořadí
K	16	359,0000
L	14	347,5000
M	11	323,5000
N	7	146,0000

$\Sigma 48$

$H = 2,2009$   $p = 0,5318$

Z tab. 4, která uvádí výsledky tohoto testu, je patrné, že oba postupy poskytují velmi podobný výsledek, totiž, že mezi vstupní úrovní vědomostí ze středoškolské fyziologie nejsou mezi skupinami K, L, M a N na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly (signifikance 0,3858 a 0,5318). Za těchto podmínek tedy bylo možné všechny 4 skupiny studentů využít do vlastního experimentu, při kterém se prokazovaly rozdíly v účinnosti výukových metod.

Pro zjištění, zda mohou být výsledky experimentu ovlivněny typem učiva, bylo experimentální působení aplikováno na další učivo: „*Fyziologie sluchově-rovnovážného aparátu*“ (zkráceně: fyziologie statoakustiky; učivo 2). Tato část experimentu proběhla v dalších skupinách studentů (O a P) a před jeho zahájením bylo opět nutné ověřit, zda vědomosti studentů ze středoškolského učiva fyziologie jsou ve všech skupinách srovnatelné. Výsledky studijních skupin O a P ve vstupním testu ze středoškolské fyziologie uvádí tab. 5.

Tab. 5 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin O, P

Skupina	Průměr	Směrodatná odchylka	Počet studentů
P	14,30000	1,60	10
O	11,85714	1,35	14

$\Sigma$  24

Pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu se ověřovalo, zda jsou mezi dosaženými průměrnými výsledky v obou studijních skupinách statisticky významné rozdíly. Výsledky analýzy rozptylu uvádí tab. 6.

Tab. 6 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin O, P

Zdroj rozptylu	SČ	Stupně volnosti	Rozptyl	F	Signifikance
mezi skupinami	34,811	1	34,811	1,3631	<b>0,2555</b>
uvnitř skupin	561,814	22	25,537		
celkem	596,625	23			

Z provedené faktorové analýzy vyplývá, že mezi dosaženými průměry ve sledovaných studijních skupinách nejsou na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly (signifikance  $p = 0,2555$ ). I skupiny O a P proto bylo možné považovat (pro účely experimentu) za vyrovnané.

Poznámka: V případě srovnávání průměrů 2 skupin je jednofaktorová analýza rozptylu ekvivalentní Studentovu t-testu. Vzhledem k tomu, že Studentův t-test je v odborné pedagogické veřejnosti známější, bylo realizováno srovnávání průměrů obou skupin také pomocí tohoto testu významnosti (tab. 7).

Tab. 7 Studentův t-test pro výsledky vstupního testu u skupin O, P

Průměr O	Průměr P	t	sv	p	Počet platných O	Počet platných P
11,86	14,30	-1,17	22	<b>0,2555</b>	14	10

Za těchto podmínek tedy bylo možné i další dvě skupiny studentů využít do vlastního experimentu, při kterém se prokazovaly rozdíly v účinnosti výukových metod.

V následujících odstavcích jsou uvedeny výsledky dílčích kroků realizovaných v rámci experimentálního výzkumu v zimním akademickém semestru. Výsledky analýz přinesly první odpovědi na dílčí výzkumné problémy.

Podle experimentálního plánu se nejprve rozdíl v účinnosti statické a dynamické vizualizace zjišťoval na učivu 1. Výuka tohoto tematického celku proběhla celkem ve 4 skupinách, přičemž ve skupinách K a M bylo učivo prezentováno formou vizualizace dynamické (= experimentální skupiny; metoda A) a ve skupinách L a N formou vizualizace statické (= kontrolní skupiny, metoda B). Protože byly všechny skupiny studentů vyučovány jedním učitelem (učitel X), při vyhodnocování byly 2 skupiny experimentální sloučeny do jedné větší skupiny (K+M), k podobnému pracovnímu sloučení bylo přistoupeno v případě skupin kontrolních (L+N). Následně mohlo dojít k ověřování platnosti první dílčí hypotézy:

***H1** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)*

Tato pracovní věcná hypotéza byla přeformulována do podoby hypotéz statistických (nulové a alternativní):

***H1<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů je u skupiny K+M a skupiny L+N stejný*

***H1<sub>A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů je u skupiny K+M vyšší než u skupiny L+N*

Tab. 8 Srovnání výsledků experimentálních (K+M) a kontrolních (L+N) skupin (učivo 1, ZS)

Studentův t-test	Grupováno: metoda Výsledky testu Učivo 1: Fyziologie kosterní a hladké svaloviny Skup. EXP. (skupina K + skupina M) Skup. KONTR. (skupina L + skupina N)						
	Průměr EXP.	Průměr KONTR.	t	sv	p	Poč.plat EXP	Poč.plat. KONTR
Test na Učivo 1	25,30	20,95	2,05	46	<b>0,0457</b>	27	21

Výsledky prvního dílčího srovnávání účinnosti výukových metod přináší tab. 8. Úspěšnost studentů experimentální skupiny (složené ze skupin K+M) v testech byla pomocí Studentova t-testu porovnávána s úspěšností studentů skupiny kontrolní (složené ze skupin L+N). Studenti, kteří byli vyučováni experimentální metodou, dosáhli v didaktickém testu na učivo 1 statisticky významně vyššího průměrného počtu bodů než studenti v kontrolních skupinách. Vypočítaná hodnota testového kritéria  $t = 2,054$ , signifikace  $p = 0,0457$ , tzn. rozdíl mezi dosaženými průměry je na hladině významnosti 0,05 statisticky významný. Nulovou hypotézu je tedy možné zamítnout a přijmout hypotézu alternativní. V prvním srovnávání statické a dynamické vizualizace učiva se na základě výsledků studentů v didaktickém testu prokázala jako účinnější dynamická vizualizace daného učiva.

Rozdíly v účinnosti statické a dynamické vizualizace byly dále zjišťovány v případě prezentace učiva 2. Výuka tohoto tematického celku proběhla ve 2 skupinách studentů, přičemž ve skupině O bylo učivo prezentováno formou vizualizace statické (= kontrolní skupina; metoda B) a ve skupině P formou vizualizace dynamické (= experimentální skupina, metoda A). Obě skupiny byly opět vyučovány týmž učitelem (učitel X). Pro porovnání účinnosti statické a dynamické vizualizace učiva v druhé fázi zimního semestru byla formulována následující dílčí hypotéza:

**H2** = *dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučováni výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučováni výukovou metodou B)*

$H_{2_0}$  = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny P a skupiny O stejný

$H_{2_A}$  = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny P vyšší než u skupiny O

Tab. 9 Srovnání výsledků experimentální skupiny P a kontrolní skupiny O (učivo 2, ZS)

Studentův t-test	Grupováno: metoda Výsledky testu Učivo 2: Fyziologie sluchově-rovnovážného aparátu Skup. KONTR. (skupina O) Skup. EXP. (skupina P)						
	Průměr KONTR.	Průměr EXP.	t	sv	p	Poč.plat KONTR.	Poč.plat. EXP.
Test na učivo 2	17,71	23,80000	-1,97	22	<b>0,0615</b>	14	10

Výsledky dalšího dílčího srovnávání účinnosti výukových metod přináší tab. 9. Úspěšnost studentů experimentální skupiny P v testech byly pomocí Studentova t-testu porovnávány s úspěšností studentů skupiny kontrolní O. Studenti, kteří byli vyučováni experimentální metodou, dosáhli v didaktickém testu vyššího průměrného počtu bodů než studenti v kontrolní skupině. Vypočítaná hodnota signifikance 0,0615 (na hladině významnosti 0,05) však vypovídá o tom, že rozdíl ve výsledcích didaktického testu mezi skupinami O a P statisticky významný není. Nulovou hypotézu tedy nelze zamítnout. Ve druhém srovnávání statické a dynamické vizualizace učiva se na základě výsledků studentů v didaktickém testu neprokázala dynamická forma prezentace učiva jako účinnější než vizualizace statická.

Následující analýza se zaměřila na vliv pohlaví na výsledky ve vstupním testu ze základů fyziologie. Pro tyto účely byly ze všech 6 skupin studentů zimního semestru vytvořeny 2 velké skupiny – muži (M) a ženy (Ž).

$H_3$  = znalosti mužů a žen ze základů fyziologie jsou rozdílné

$H3_0$  = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu ze základů fyziologie člověka je u mužů a žen (skupin K, L, M, N, O, P) stejný

$H3_A$  = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu ze základů fyziologie člověka je u mužů a žen (skupin K, L, M, N, O, P) rozdílný

Tab. 10 Výsledky mužů a žen ve vstupním testu (ZS; skupiny K, L, M, N, O, P)

Studentův t-test	Grupováno: pohlaví (skupiny K, L, M, N, O, P)						
	Skup. 1: Ž			Skup. 2: M			
	Průměr Ž	Průměr M	t	sv	p	Poč.plat Ž	Poč.plat. M
Vstupní test	16,50	14,62	1,32	70	<b>0,1924</b>	56	16

Pro porovnání studijních výsledků dvou skupin studentů (mužů a žen) byl opět využit Studentův t-test. Jak je patrné z tab. 10 – mezi výsledky mužů a žen ve vstupním testu ze středoškolského učiva fyziologie nebyl prokázán statisticky významný rozdíl (signifikace  $p = 0,1924$ ). V tomto případě nelze nulovou hypotézu zamítnout, muži i ženy mají tedy podobné znalosti základů fyziologie člověka a tím i podobné předpoklady pro studium tohoto oboru.

Úkolem dalšího typu analýz byl zjištění, jaký je vztah mezi výsledky studentů ve vstupním testu a výsledky testu na dané učivo, a to v závislosti na typu jeho vizualizace při jeho prezentaci. Nejprve byly stupně tohoto vztahu určovány na učivu 1 u experimentálních a kontrolních skupin, poté na učivu 2 u experimentální a kontrolní skupiny.

$H4$  = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah

$H4_0$  = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny K+M) není statisticky významný vztah

$H_{4A}$  = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny K+M) je statisticky významný vztah

Tab. 11 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (experimentální skupiny K+M)

Pearsonův koeficient korelace	Skupiny K+M (experimentální) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=27			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	18,00000	4,574175	1,000000	0,598863
Didaktický test (Učivo 1)	16,74074	6,346365	0,598863	1,000000

$H_5$  = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah

$H_{5_0}$  = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny L+N) není statisticky významný vztah

$H_{5A}$  = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny L+N) je statisticky významný vztah

Tab. 12 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (kontrolní skupiny L+N)

Pearsonův koeficient korelace	Skupiny L+N (kontrolní) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=21			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	17,28571	3,835920	1,000000	0,363793
Didaktický test (Učivo 1)	13,85714	6,444267	0,363793	1,000000

V tabulkách 11 a 12 je výpočet Pearsonova koeficientu korelace výsledků vstupního testu a testu na učivo 1. U experimentálních skupin bylo prokázáno, že těsnost tohoto vztahu je na hladině 0,05 signifikantní. Nulovou hypotézu tedy bylo nutné zamítnout a hovořit o statisticky významném vztahu výsledků těchto testů. V případě skupin kontrolních se signifikantně významná těsnost tohoto vztahu neprokázala a příslušnou nulovou hypotézu



nebylo možné zamítnout. Výsledky lze interpretovat tak, že v případě učiva 1 byla dynamická vizualizace prospěšná především pro vědomostně lepší studenty.

Stejně analýzy byly u experimentální a kontrolní skupiny v zimním semestru provedeny v případě učiva 2.

***H6** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah*

***H6<sub>0</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny P) není statisticky významný vztah*

***H6<sub>A</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny P) je statisticky významný vztah*

***H7** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah*

***H7<sub>0</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny O) není statisticky významný vztah*

***H7<sub>A</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny O) je statisticky významný vztah*

Tab. 13 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (experimentální skupina P)

Pearsonův koeficient korelace	Skupina P (experimentální) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=10			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	14,30000	6,650814	1,000000	<b>0,806461</b>
Didaktický test (Učivo 2)	19,80000	7,656515	<b>0,806461</b>	1,000000

Tab. 14 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (kontrolní skupina O)

Pearsonův koeficient korelace	Skupina O (kontrolní) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=14			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	11,85714	3,548719	1,000000	0,244012
Didaktický test (Učivo 2)	14,21429	6,078696	0,244012	1,000000

Tabulky 13 a 14 přináší výpočet Pearsonova koeficientu korelace výsledků vstupního testu a testu na učivo 2. U experimentální skupiny bylo prokázáno, že těsnost tohoto vztahu je na hladině 0,05 statisticky významná. Nulovou hypotézu bylo tedy nutné zamítnout, přijmout hypotézu alternativní a hovořit o statisticky významném vztahu výsledků těchto testů. V případě skupin kontrolních se signifikantně významná těsnost tohoto vztahu neprokázala a (podobně jako v případě učiva 1) nebylo možné nulovou hypotézu zamítnout. Výsledky lze tedy opět interpretovat tak, že v případě učiva 2 byla dynamická vizualizace prospěšná především pro vědomostně lepší studenty.

### 3.6.3.2 Výsledky experimentálního působení v letním semestru

Experimentální šetření, které pokračovalo podle experimentálního plánu v letním semestru, bylo rozsáhlejšího charakteru – co do počtu studentů i učitelů. K dispozici byly celkem 4 skupiny studentů a 2 učitelé; prezentována byla opět dvě učiva. Konkrétní uspořádání výuky je patrné z grafického znázornění experimentálního plánu (viz příloha 2). Důležitým momentem v experimentu proběhlém v letním semestru byla rotace výukových metod.

Před zahájením experimentu bylo opět nutné ověřit vyrovnanost skupin studentů. K těmto účelům byla využita (podobně jako v zimním semestru) jednofaktorové analýzy rozptylu. Průměrné počty bodů v jednotlivých skupinách (R, S, T, U) přináší tab. 15, výsledky analýzy rozptylu pro tyto čtyři skupiny jsou uvedeny v tab. 16.

Tab. 15 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin R, S, T, U

Skupina	Výsledky vstupního testu LS	
	Vstupní test	Počet studentů
R	14,54	11
S	13,50	12
T	13,00	16
U	18,20	10

$\Sigma 49$

Tab. 16 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin R, S, T, U

Zdroj rozptylu	SČ	Stupně volnosti	Rozptyl	F	Signifikance
mezi skupinami	184,88	3	61,63	3,2883	<b>0,0290</b>
uvnitř skupin	843,33	45	18,74		
celkem	1028,21				

Výsledek provedené analýzy rozptylu prokázal, že mezi dosaženými výsledky skupin R, S, T a U ve vstupním testu jsou statisticky významné rozdíly (signifikace  $p = 0,029$ ). Tento výsledek je zřejmý i z běžného srovnání dosažených výsledků ve skupinách, ze kterého je patrné, že dosažený průměr skupiny U je výrazně vyšší než u ostatních skupin. Skupiny R, S, T a U proto nebylo možné považovat za vyrovnané.

Protože by zjištěná nevyrovnanost skupin studentů mohla ovlivnit výsledky experimentu, bylo nutné (pro potřeby analýz) provést dodatečnou úpravu původně navrženého experimentálního plánu. Pro posuzování účinnosti výukových metod byly do analýz zařazeny pouze ty skupiny, mezi jejichž výsledky ve vstupním testu nebyly zaznamenány statisticky významné rozdíly. Předpoklad, že zbývající skupiny (po odstranění skupiny U) budou vyrovnané, byl ověřován pomocí jednofaktorové analýzy rozptylu (tab. 18) a pro kontrolu také pomocí Kruskalova – Wallisova testu (tab. 19).

Tab. 17 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin R, S, T

Skupina	Výsledky vstupního testu LS	
	Vstupní test	Počet studentů
R	14,54	11
S	13,50	12
T	13,00	16

$\Sigma$  39

Tab. 18 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin R, S, T

Zdroj rozptylu	SČ	Stupně volnosti	Rozptyl	F	Signifikance
mezi skupinami	15,709	2	7,854	0,3722	<b>0,6919</b>
uvnitř skupin	759,727	36	21,104		
celkem	775,439	38			

Tab. 19 Kruskalův – Wallisův test pro výsledky vstupního testu u skupin R, S, T

Skupina	Počet platných	Součet pořadí
R	11	238,5
S	12	232,0
T	16	309,5

$\Sigma$  39

H = 0,3405 **p = 0,8435**

Oběma postupy bylo zjištěno, že mezi výsledky skupin R, S a T ve vstupním testu nejsou na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly (signifikace 0,6919 a 0,8435). Skupiny R, S a T bylo tedy možné považovat za vědomostně vyrovnané a využít je pro experimentální testování účinnosti výukových metod.

V letním semestru do experimentu vstoupily celkem 4 studijní skupiny – R, S, T a U. Ve skupinách R a S působil učitel X, ve skupinách T a U učitel Y. Prvním učivem, na kterém byla testována účinnost výukových metod v letním semestru, byla fyziologie kosterní a hladké svaloviny (učivo 1). Výuka proběhla ve všech 4 skupinách, přičemž ve skupinách R a T bylo učivo prezentováno formou dynamické vizualizace (metoda A) a ve skupinách

S a U formou vizualizace statické (metoda B). Vzhledem k tomu, že se ukázalo, že skupina U se ve vstupních znalostech signifikantně liší od skupin ostatních, nebyly výsledky této skupiny pro analýzy fáze LS využity.

Nejprve byla porovnávána účinnost výukových metod prezentovaných učitelem X u jeho skupin R a S. Skupině R bylo učivo prezentováno formou dynamické vizualizace, skupině S formou statické vizualizace. Na základě experimentálních výsledků zimního semestru se předpokládalo, že metoda A se opět prokáže jako účinnější, než metoda B.

*$H8$  = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)*

*$H8_0$  = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů je u skupiny R a skupiny S stejný*

*$H8_A$  = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů je u skupiny R vyšší než u skupiny S*

Tab. 20 Srovnání výsledků experimentální skupiny (R) a kontrolní skupiny (S) (učivo 1, učitel X, LS)

Studentův t-test	Grupováno: skupina						
	Skup.: EXP. (R)		Skup.: KONTR. (S)				
	Průměr EXP	Průměr KONTR	t	sv	p	Poč.plat R	Poč.plat. S
Test na učivo 1 (LS)	18,36	9,66	3,43	21	<b>0,0025</b>	11	12

Výsledky srovnávání účinnosti výukových metod přináší tab. 20. Úspěšnost studentů experimentální skupiny (R) byly pomocí Studentova t-testu porovnávány s úspěšností studentů skupiny kontrolní (S). Studenti, kteří byli vyučování experimentální metodou, dosáhli v didaktickém testu statisticky významně vyššího průměrného počtu bodů než studenti v kontrolních skupinách, přičemž zjištěný rozdíl byl velmi výrazný (u experimentální skupiny byl zaznamenán téměř dvojnásobný průměrný počet bodů v testu oproti skupině kontrolní). Vypočítaná hodnota signifikace  $p = 0,0025$  vypovídá (na

hladině významnosti 0,05) o statisticky významném rozdílu. Nulovou hypotézu tedy bylo možno zamítnout a přijata byla hypotéza alternativní. V tomto případě srovnávání statické a dynamické vizualizace učiva se na základě výsledků studentů v didaktickém testu na učivo 1 prokázala jako výrazně účinnější dynamická forma vizualizace učiva.

Na tuto část experimentu navazovala fáze, kdy bylo týmž studijním skupinám prezentováno další učivo (učivo 2, fyziologie sluchově-rovnovážného aparátu). V této fázi však došlo k rotaci nezávisle proměnné – formě vizualizace učiva (metody prezentace učiva). Skupina S tedy sloužila jako skupina experimentální a skupina R tentokrát vystupovala jako skupina kontrolní. Učitel zůstal stejný a opět se předpokládalo, že metoda A je účinnější, než metoda B.

***H<sub>9</sub>** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)*

***H<sub>90</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S a skupiny R stejný*

***H<sub>9A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S vyšší než u skupiny R*

Tab. 21 Srovnání výsledků experimentální skupiny (S) a kontrolní skupiny (R) (učivo 2, učitel X, LS)

Studentův t-test	Grupováno: skupina						
	Skup.: KONTR (R)		Skup.: EXP (S)				
	Průměr KONTR.	Průměr EXP.	t	sv	p	Poč.plat R	Poč.plat. S
Test na Učivo 2 (LS)	17,81	23,00	-2,09	21	<b>0,0490</b>	11	12

Z tabulky 21 lze vyčíst, že mezi výsledky experimentální skupiny (S, učitel X) a kontrolní skupiny (R, učitel X) byly prokázány statisticky významné rozdíly (signifikace  $p = 0,0490$ ). Opět bylo tedy možné zamítnout nulovou hypotézu a přijmout hypotézu

alternativní. Skupina, která byla vyučována experimentální metodou (dynamická forma vizualizace prezentovaného učiva), dosáhla signifikantně vyššího průměrného počtu bodů než skupina kontrolní. Dynamická vizualizace učiva tak opět potvrdila svoji účinnost.

Protože byla skupina U (pro svoji vědomostní kvalitu) z analýz vyřazena, nemohly být zjišťovány rozdíly v účinnosti výukových metod u skupin T a U (pro obě učiva). Výsledky skupiny T však byly využity pro následující 2 analýzy, ve kterých byl zanedbán vliv učitele a skupiny nejprve první a potom i druhé fáze experimentu letního semestru byly spojeny dle aplikované výukové metody. Pro účely srovnávání výukových metod na učivu 1 tak došlo ke spojení skupin R+T a takto vzniklá skupina byla srovnávána se skupinou S; v případě učiva 2 se srovnávaly stejné skupiny, byly však vyučovány opačnými metodami než v případě učiva 1 (viz příloha 2). Výsledky obou srovnávání přináší tab. 22 a 23. Pomocí Studentova t-testu byla ověřována platnost následujících hypotéz:

***H10** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X a Y) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)*

***H10<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů je u skupiny R+T a skupiny S stejný*

***H10<sub>A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů je u skupiny R+T vyšší než u skupiny S*

***H11** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X a Y) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)*

***H11<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S a skupiny R+T stejný*

***H11<sub>A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S vyšší než u skupiny R+T*

Tab. 22 Srovnání výsledků všech experimentálních skupin a všech kontrolních skupin (učivo 1, učitelé X, Y; LS)

Studentův t-test	Grupováno: metoda Učivo 1 (LS) Skup.: EXP. (R+T) Skup.: KONTR. (S)						
	Průměr EXP.	Průměr KONTR.	t	sv	p	Poč.plat KONTR.	Poč.plat. EXP.
Test na Učivo 1 (LS)	13,22	9,66	1,67	37	<b>0,1024</b>	12	27

Mezi výsledky skupin, které byly vyučovány experimentální metodou (skupiny R+T, učitel X a Y) a výsledky kontrolní skupiny (skupina S, učitel X) nebyl v případě prezentace učiva 1 na hladině významnosti 0,05 prokázán statisticky významný rozdíl (signifikace  $p = 0,1024$ ). Přesto, že studenti experimentálních skupin dosáhly průměrně vyššího skóre, statistická významnost tohoto rozdílu potvrzena nebyla a nulovou hypotézu tedy nebylo možné zamítnout. Mezi účinností obou výukových metod (v případě seskupení skupin podle výukových metod) nebyl zjištěn rozdíl.

Tab. 23 Srovnání výsledků všech experimentálních skupin a všech kontrolních skupin (učivo 2, učitelé X, Y; LS)

Studentův t-test	Grupováno: metoda Učivo 2 (LS) Skup.: KONTR. (R+T) Skup.: EXP. (S)						
	Průměr KONTR.	Průměr EXP.	t	sv	p	Poč.plat KONTR.	Poč.plat. EXP.
Test na Učivo 2 (LS)	14,51	23,0	-4,64	37	<b>0,00004</b>	27	12

Mezi výsledky skupiny, která byla vyučována experimentální metodou (skupina S, učitel X) a výsledky kontrolních skupin (skupina R+T, učitel X, Y) byl u učiva 2 prokázán statisticky významný rozdíl (signifikace  $p = 0,00004$ ). Nulovou hypotézu bylo tedy možné zamítnout a přijmout hypotézu alternativní. Při porovnávání skupin (grupovaných podle výukových metod) dosáhla skupina vyučovaná experimentální metodou (dynamická



forma vizualizace učiva) signifikantně vyššího průměrného počtu bodů než skupina kontrolní. V tomto případě se dynamická forma vizualizace učiva prokázala jako účinnější.

Úkolem další analýzy bylo zjistit vliv pohlaví na výsledky studentů ve vstupním testu ze základů fyziologie. Pro tyto účely byly ze studijních skupin R, S, T letního semestru vytvořeny 2 velké skupiny – muži (M) a ženy (Ž) a byla formulována následující hypotéza:

*H12 = znalosti mužů a žen ze základů fyziologie jsou rozdílné*

*H12<sub>0</sub> = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu ze základů fyziologie člověka je u mužů a žen (skupin R, S, T) stejný*

*H12<sub>A</sub> = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu ze základů fyziologie člověka je u mužů a žen (skupiny R, S, T) rozdílný*

Tab. 24 Výsledky mužů a žen ve vstupním testu (LS; skupiny R, S, T)

Studentův t-test	Grupováno: pohlaví (skupiny R, S, T)						
	Skup. 1: Ž		Skup. 2: M				
	Průměr Ž	Průměr M	t	sv	p	Poč.plat Ž	Poč.plat. M
Vstupní test	12,97	15,40	-1,48	37	<b>0,1439</b>	29	10

Z porovnání studijních výsledků dvou skupin studentů (mužů a žen) pomocí Studentova t-testu je patrné (tab. 24), že mezi výsledky mužů a žen ve vstupním testu ze středoškolského učiva fyziologie nebyl prokázán statisticky významný rozdíl (signifikace  $p = 0,1439$ ). V tomto případě nebylo možné nulovou hypotézu zamítnout, muži i ženy mají tedy podobné znalosti základů fyziologie člověka a tím i podobné předpoklady pro studium tohoto předmětu.

Všichni studenti (nezávisle na pohlaví) tedy měli stejné předpoklady pro studium fyziologie, což bylo prokázáno v případě obou akademických semestrů. Dalším úkolem

analýz však bylo zjištění, jaký je vliv pohlaví studentů na úspěšnost v didaktických testech na obě učiva po aplikaci dané výukové metody. Nejprve byl předmětem zájmu vliv pohlaví studentů na jejich úspěšnost v testu na učivo 1 po jeho prezentaci formou statické/dynamické vizualizace a poté v testu na učivo 2 po jeho prezentaci formou statické/dynamické vizualizace. Každé dílčí porovnávání vycházelo z formulace příslušné hypotézy.

***H13** = znalosti mužů a žen učiva 1 jsou po jeho prezentaci formou statické vizualizace rozdílné*

***H13<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů (po prezentaci učiva formou statické vizualizace) je u mužů a žen (skupiny S) stejný*

***H13<sub>A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů (po prezentaci učiva formou statické vizualizace) je u mužů a žen (skupiny S) rozdílný*

***H14** = znalosti mužů a žen učiva 1 jsou po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace rozdílné*

***H14<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů (po prezentaci učiva formou dynamické vizualizace) je u mužů a žen (skupin R, T) stejný*

***H14<sub>A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie svalů (po prezentaci učiva formou dynamické vizualizace) je u mužů a žen (skupin R, T) rozdílný*

Tab. 25 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace (LS; skupina S)

Studentův t-test	Grupováno: pohlaví (skupina S)						
	Skup.: Ž Skup.: M						
	Průměr Ž	Průměr M	t	sv	p	Poč.plat Ž	Poč.plat. M
Didaktický test Učivo 1 (LS)	9,00	11,66	-0,91	10	<b>0,3835</b>	9	3

Tab. 26 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace (LS; skupiny R, T)

Studentův t-test	Grupováno: pohlaví (skupiny R, T)						
	Skup.: Ž Skup.: M						
	Průměr Ž	Průměr M	t	sv	p	Poč.plat Ž	Poč.plat. M
Didaktický test Učivo 1 (LS)	13,55	12,28	0,42	25	<b>0,6772</b>	20	7

*H15 = znalosti mužů a žen učiva 2 jsou po jeho prezentaci formou statické vizualizace rozdílné*

*H15<sub>0</sub> = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky (po prezentaci učiva formou statické vizualizace) je u mužů a žen (skupin R, T) stejný*

*H15<sub>A</sub> = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky (po prezentaci učiva formou statické vizualizace) je u mužů a žen (skupin R, T) rozdílný*

*H16 = znalosti mužů a žen učiva 2 jsou po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace rozdílné*

*H16<sub>0</sub> = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky (po prezentaci učiva formou dynamické vizualizace) je u mužů a žen (skupiny S) stejný*

*H16<sub>A</sub> = průměrný počet bodů dosažených v didaktickém testu z fyziologie statoakustiky (po prezentaci učiva formou dynamické vizualizace) je u mužů a žen (skupiny S) rozdílný*

Tab. 27 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace (LS; skupiny R, T)

Studentův t-test	Grupováno: pohlaví (skupiny R, T)							
	Skup.: Ž		Skup.: M		t	sv	p	Poč.plat
Ž	M	Ž	M	Ž				M
Didaktický test Učivo 2 (LS)	14,80	13,71	0,45	25	<b>0,6561</b>	20	7	

Tab. 28 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace (LS; skupina S)

Studentův t-test	Grupováno: pohlaví (skupina S)							
	Skup.: Ž		Skup.: M		t	sv	p	Poč.plat
Ž	M	Ž	M	Ž				M
Didaktický test Učivo 2 (LS)	22,00	26,00	-1,25	10	<b>0,2374</b>	9	3	

Jak je vidět z tabulek 25 – 28, na základě výsledků Studentova t-testu nebyl u žádného dílčího srovnávání prokázán na hladině významnosti 0,05 statisticky významný rozdíl (signifikace 0,3835, 0,6772, 0,6561 a 0,2374). Žádná z výše uvedených nulových hypotéz proto nemohla být zamítnuta, tzn. že pohlaví studentů žádným způsobem nemodifikuje účinnost jednotlivých výukových metod.

Další analýzy byly zaměřena na to, jaký vliv má forma vizualizace učiva na úspěšnost studentů v různých typech testových položek. Při konstrukci didaktických testů byly

vytvářeny úlohy dvou typů – vědomostní a dovednostní (dle upravené Niemierkovy taxonomie testových úloh – viz příloha 3.3 a 3.4).

Didaktický test na Učivo 1 (v LS) obsahoval 32 úloh, z nichž 23 zkoušelo vědomosti a 9 úloh dovednosti studentů (poměr vědomostní položky : dovedností položky = 72 % : 28 %).

Didaktický test na Učivo 2 (v LS) obsahoval 34 úloh, z nichž 26 zkoušelo vědomosti a 8 úloh dovednosti studentů (poměr vědomostní položky : dovedností položky = 76 % : 24 %).

Pro potřeby těchto analýz byly ze 3 skupin letního semestru vytvořeny dvě skupiny (skupiny byly grupovány dle aplikované výukové metody). Vznikly tak skupiny R+T a S, kdy v případě učiva 1 byla skupina R+T experimentální a S kontrolní a v případě druhého učiva tomu bylo opačně. Protože porovnávané skupiny vznikly seskupováním, v analýzách byl opět zanedbán vliv osobnosti učitele. Ukazatelem úspěšnosti studentů při řešení úloh zaměřených na jejich vědomosti byly četnosti správně vyřešených úloh tohoto typu. Analýzy účinnosti výukových metod v závislosti na úspěšnosti studentů ve vědomostních úlohách vycházely z následujících hypotéz:

*H17 = dynamická vizualizace učiva 1 je (v ohledu řešení vědomostních úloh) účinnější než vizualizace statická*

*H17<sub>0</sub> = průměrný počet bodů dosažených ve vědomostních úlohách didaktického testu z fyziologie svalů je u skupiny R+T a skupiny S stejný*

*H17<sub>A</sub> = průměrný počet bodů dosažených ve vědomostních úlohách didaktického testu z fyziologie svalů je u skupiny R+T vyšší než u skupiny S*

*H18 = dynamická vizualizace učiva 2 je (v ohledu řešení vědomostních úloh) účinnější než vizualizace statická*

*H18<sub>0</sub> = průměrný počet bodů dosažených ve vědomostních úlohách didaktického testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S a skupiny R+T stejný*

$H18_A$  = průměrný počet bodů dosažených ve vědomostních úlohách didaktického testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S vyšší než u skupiny R+T

Na základě úspěšnosti studentů ve vědomostních položkách byla sestavena tabulka průměrných počtů správně řešených úloh pro obě učiva v letním semestru (tab. 29). Pomocí Studentova t-testu byl zjišťován vliv statické a dynamické vizualizace učiva na úspěšnost studentů v řešení vědomostních položek u obou didaktických testů (tab. 30 a 31).

Tab. 29 Průměrný počet správně řešených úloh ověřujících vědomosti studentů (učivo 1, 2; LS)

	Forma vizualizace učiva	
	Statická (kontrolní)	Dynamická (experimentální)
Didaktický test na Učivo 1	9,09	10,15
Didaktický test na Učivo 2	12,12	16,50

Tab. 30 Úspěšnost v úlohách ověřujících vědomosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 1, LS)

EXP. (skupiny R+T) KONTR. (skupina S)	Studentův t-test						
	Průměr EXP.	Průměr KONTR.	t	sv	p	Poč.plat. EXP.	Poč.plat. KONTR.
Počet správných odpovědí (v úlohách typu „vědomosti“)	10,15	9,09	0,80	47	<b>0,4273</b>	27	12

Tab. 31 Úspěšnost v úlohách ověřujících vědomosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 2, LS)

EXP. (skupina S) KONTR. (skupiny R+T)	Studentův t-test						
	Průměr EXP.	Průměr KONTR.	t	sv	p	Poč.plat. EXP.	Poč.plat. KONTR.
Počet správných odpovědí (v úlohách typu „vědomosti“)	16,50	12,12	2,72	46	<b>0,00002</b>	12	27

V případě učiva 1 nebyl prokázán statisticky významný rozdíl mezi úspěšností studentů ve vědomostních položkách v závislosti na formě prezentace učiva (signifikace 0,4273).

Naproti tomu v případě učiva 2 byl tento rozdíl statisticky významným shledán ( $p = 0,00002$ ). Na základě vypočtených hodnot signifikace nemohla být v prvním případě srovnávání nulová hypotéza odmítnuta, v případě druhém však k jejímu zamítnutí muselo dojít a přijata byla hypotéza alternativní.

V obou případech srovnávání byly zaznamenány vyšší průměrné hodnoty dosaženého počtu bodů v testu u skupiny experimentální, avšak pouze v případě učiva 2 jsou tyto rozdíly statisticky významné. To znamená, že studenti, kterým bylo učivo 2 prezentováno formou dynamické vizualizace byli v odpovídání na vědomostní úlohy testu výrazně úspěšnější, než studenti, jimž bylo učivo prezentováno formou vizualizace statické. V případě učiva 1 jsou tyto rozdíly minimální a statisticky nevýznamné.

Dalším krokem bylo zjištění, zda daná forma vizualizace učiva ovlivňuje (kromě úrovně vědomostí) také úroveň dovedností studentů. Postup byl obdobný, jako v předchozím případě. Ukazatelem úspěšnosti studentů při řešení úloh zaměřených na dovednosti studentů byly četnosti správně vyřešených úloh tohoto typu. Analýzy účinnosti výukových metod v závislosti na úspěšnosti studentů ve vědomostních úlohách vycházely z následujících hypotéz:

***H19** = dynamická vizualizace učiva 1 je (v ohledu řešení dovednostních úloh) účinnější než vizualizace statická*

***H19<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v dovednostních úlohách didaktického testu z fyziologie svalů je u skupiny R+T a skupiny S stejný*

***H19<sub>A</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v dovednostních úlohách didaktického testu z fyziologie svalů je u skupiny R+T vyšší než u skupiny S*

***H20** = dynamická vizualizace učiva 2 je (v ohledu řešení dovednostních úloh) účinnější než vizualizace statická*

***H20<sub>0</sub>** = průměrný počet bodů dosažených v dovednostních úlohách didaktického testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S a u skupiny R+T stejný*

$H20_A$  = průměrný počet bodů dosažených v dovednostních úlohách didaktického testu z fyziologie statoakustiky je u skupiny S vyšší než u skupiny R+T

Na základě úspěšnosti studentů v dovednostních testových položkách byla sestavena tabulka průměrných počtů správně řešených úloh pro obě učiva v letním semestru (tab. 32). Pomocí Studentova t-testu byl zjišťován vliv statické a dynamické vizualizace učiva na úspěšnost studentů v řešení dovednostních položek u obou didaktických testů (tab. 33 a 34).

Tab. 32 Průměrný počet správně řešených úloh ověřujících dovednosti studentů (učivo 1, 2; LS)

	Forma vizualizace učiva	
	Statická (kontrolní)	Dynamická (experimentální)
Didaktický test na Učivo 1	2,33	3,11
Didaktický test na Učivo 2	2,42	5,33

Tab. 33 Úspěšnost v úlohách ověřujících dovednosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 1, LS)

EXP. (skupiny R+T) KONTR. (skupina S)	Studentů t-test						
	Průměr EXP.	Průměr KONTR.	t	sv	p	Poč.plat. EXP.	Poč.plat. KONTR.
Počet správných odpovědí (v úlohách typu „dovednosti“)	3,11	2,33	1,01	37	<b>0,3170</b>	27	12



Tab. 34 Úspěšnost v úlohách ověřujících dovednosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 2, LS)

EXP. (skupina S) KONTR. (skupiny R+T)	Studentů t-test						
	Průměr EXP.	Průměr KONTR.	t	sv	p	Poč.plat. EXP.	Poč.plat. KONTR.
Počet správných odpovědí (v úlohách typu „dovednosti“)	5,33	2,42	6,11	37	<b>0,0001</b>	12	27

Přesto, že se u srovnávání výsledků v případě učiva 1 mezi dosaženými průměry objevují určité rozdíly, není možno je na základě provedené statistické analýzy považovat za statisticky významné (signifikace  $p = 0,3170$ ). Je velmi pravděpodobné, že při práci s větším výběrovým souborem by mohly být statisticky významné rozdíly prokázány. V tomto případě však nebylo možné nulovou hypotézu zamítnout.

Při ověřování statistické významnosti rozdílů mezi průměry u obou sledovaných skupin studentů v případě učiva 2 však statisticky významný rozdíl prokázán byl (ve prospěch studentů, kteří byli vyučováni experimentální metodou – signifikace 0,0001). Zde byla tedy nulová hypotéza zamítnuta a přijata hypotéza alternativní. Podobně jako v případě srovnávání úspěšností studentů ve vědomostních úlohách – i zde byly v obou případech srovnávání zaznamenány vyšší průměrné hodnoty dosaženého počtu bodů v testu ve prospěch skupiny experimentální, avšak pouze v případě učiva 2 jsou tyto rozdíly statisticky významné.

Poslední dílčí analýzy byly zaměřeny na to, jaký je vztah mezi výsledky studentů ve vstupním testu a výsledky testu na učivo v závislosti na typu jeho vizualizace. Nejprve byly stupně tohoto vztahu určovány na učivu 1 u experimentálních a kontrolních skupin, poté na učivu 2 u experimentálních a kontrolních skupin, tedy podobně, jako v analýzách zimního semestru.

*H21 = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah*

*H21<sub>0</sub> = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny R+T) není statisticky významný vztah*

*H21<sub>A</sub> = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny R+T) je statisticky významný vztah*

*H22 = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah*

*H22<sub>0</sub> = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny S) není statisticky významný vztah*

*H22<sub>A</sub> = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie svalů (u skupiny S) je statisticky významný vztah*

Tabulky 35 a 36 přinášejí výpočet Pearsonova koeficientu korelace výsledků vstupního testu a testu na učivo 1. U experimentálních skupin bylo prokázáno, že těsnost tohoto vztahu je na hladině 0,05 signifikantní, nulovou hypotézu bylo možné zamítnout a hovořit o statisticky významném vztahu výsledků těchto testů. K podobným závěrům však analýzy dospěly i v případě skupiny kontrolní. Výsledky lze interpretovat tak, že v případě učiva 1 byla statická i dynamická vizualizace prospěšná především pro vědomostně lepší studenty.

Tab. 35 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (experimentální skupina R+T)

Pearsonův koeficient korelace	Skupina R+T (experimentální) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=27			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	13,62963	4,133802	1,000000	<b>0,525868</b>
Didaktický test (Učivo 1 LS)	13,22222	6,601533	<b>0,525868</b>	1,000000

Tab. 36 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (kontrolní skupina S)

Pearsonův koeficient korelace	Skupina S (kontrolní) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=12			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	13,50000	5,485518	1,000000	<b>0,703933</b>
Didaktický test (Učivo 1 LS)	9,66667	4,355422	<b>0,703933</b>	1,000000

Stejně analýzy byly provedeny u experimentálních a kontrolních skupin v letním semestru v případě učiva 2.

***H23** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah*

***H23<sub>0</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny S) není statisticky významný vztah*

***H23<sub>A</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny S) je statisticky významný vztah*

***H24** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah*

***H24<sub>0</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny R+T) není statisticky významný vztah*

***H24<sub>A</sub>** = mezi výsledky vstupního testu a výsledky didaktického testu z fyziologie statoakustiky (u skupiny R+T) je statisticky významný vztah*

Tab. 37 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (experimentální skupina S)

Pearsonův koeficient korelace	Skupina S (experimentální) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=12			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	13,50000	5,485518	1,000000	0,663569
Didaktický test (Učivo 2 LS)	22,90909	5,048852	0,663569	1,000000

V tabulkách 37 a 38 je výpočet Pearsonova koeficientu korelace výsledků vstupního testu a testu na učivo 2. U experimentálních i kontrolních skupin bylo prokázáno, že těsnost tohoto vztahu je na hladině 0,05 signifikantní, obě formulované nulové hypotézy bylo tedy nutné zamítnout a hovořit o statisticky významném vztahu mezi výsledky obou dvojic testů. Výsledky lze interpretovat tak, že i v případě učiva 2 byla statická i dynamická vizualizace prospěšná především pro studenty s vyšší úrovní vstupních vědomostí.

Tab. 38 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (kontrolní skupina R+T)

Pearsonův koeficient korelace	Skupina R+T (kontrolní) Označ. korelace jsou významné na $p < 0,05$ N=27			
	Průměry	Sm.odch.	Vstupní test	Test na učivo (korigovaný)
Vstupní test	13,62963	4,133802	1,000000	0,577300
Didaktický test (Učivo 2 LS)	14,51852	5,402068	0,577300	1,000000

### 3.6.4 Interpretace a diskuse výsledků výzkumu

#### 3.6.4.1 Diskuse na pozadí výsledků příbuzných studií

Realizovaný empirický výzkum zaměřený na porovnání účinnosti statické a dynamické vizualizace ve výuce přírodovědně zaměřených oborů patří v České republice mezi pilotní. Studium účinnosti různých forem vizualizace učiva je již několik let předmětem zájmu

mnoha zahraničních výzkumníků z řad pedagogů a psychologů; české výzkumy na tomto poli prozatím patří mezi ojedinělé.

Po důkladném prostudování výsledků množství studií v dané oblasti lze dospět k názoru, že výsledky jednotlivých výzkumů jsou velmi heterogenní. Přesto, že z mnoha studií jednoznačně vyplynul pozitivní efekt animací (v porovnání se statickými obrazy) na vzdělávací výsledky (např. Catrambone, Seay, 2002; Hidrio, Jamet, 2002; Mayer, Chandler, 2001; Rieber, Kini, 1991; Rieber et al., 2004; Yang et al., 2003), výsledky jiných studií přinesly pouze málo výrazný či vůbec žádný efekt (např. Boucheix, Schneider, 2009; Harrison, 1995; Hegarty et al., Kinzie et al., 1989; Lazarowitz, Huppert, 1993; Lewalter, 2003; Lowe, 2003; Mayer, 2005; Mayer et al., 2005; Palmiter, Elkerton, 1993; Schnotz et al., 1999; Tversky et al., 2002) a nebo dokonce efekt negativní (Lowe, 1999, 2004; Schnotz et al., 1999). Mnoho příkladů neúspěchu využití výukových animací lze nalézt v review Bétrancourt a Tversky (2000) a zjistit, že v mnoha výzkumech se ukázaly jako neefektivní a pokud měly prokázat převahu v účinnosti nad statickými formami vizualizace, často selhávaly. Rozsáhlá metaanalýza Höfflera a Leutnera (2007) však prokázala všeobecně vyšší účinnost výukových animací (v kontrastu s obrazy statickými). Nelze tedy jednoznačně tvrdit, která forma vizualizace je za všech okolností účinnější.

Mnohé výzkumy již upustily od obecného porovnávání účinnosti statické a dynamické vizualizace a hledají odpovědi na otázky, jaké formy statické/dynamické vizualizace jsou za daných okolností nejúčinnější. Tak jsou např. porovnávány animace interaktivní/neinteraktivní (Hegarty, 2004) animace pomalé/rychlé (Fischer et al., 2008), animace segmentované/nesegmentované (např. Mayer, Chander, 2001), animace se signálními vodítky nebo bez nich (např. Lusk, Atkinson, 2007), animace či statické obrazy doprovázené mluveným projevem učitele/textem na obrazu (Kühl et al., 2011b), animace či obrazy schematické/realistické (Mayer et al., 2007). Některé výzkumy jsou však ještě podrobnější – např. ty, které zkoumají účinnost různých forem signálních vodítek – zde dochází k porovnávání několika typů animací s různými formami zvýraznění důležitých entit obrazu (např. De Koning et al., 2007). V oblasti zjišťování účinnosti statických obrázků se často provádějí výzkumy, které sledují vliv počtu statických obrázků, jejichž série popisuje daný dynamický proces (Arguel, Jamet, 2009). Jiné výzkumy podrobně studují úlohu doprovodného textu a zkoumají jeho účinnost v závislosti na poloze v obrazu (Kablan, Erden, 2008).

Kromě samotných vlastností obrazových materiálů bývá také často zkoumána role dalších faktorů, jako např. osobnostních charakteristik studentů (dosavadní vědomosti,

prostorová představivost, kompetence učit se z vizuálií, kognitivní styl, motivace apod. – např. Höffler et al., 2010; Höffler, Leutner, 2011; Kombartzky et al., 2010; Mayer, Maasa, 2003) nebo charakteru nástroje měřícího výsledky učení (např. Kühl et al., 2011a; Yang et al., 2003). V některých výzkumech se do pozice proměnných staví i např. organizační formy výuky (např. Schnotz et al., 1999) nebo náročnost a specifika učiva (např. Mayer et al., 2005). Vedle účinnosti jednotlivých forem vizualizace učiva bývají měřeny i takové charakteristiky, jako např. kognitivní zátěž či motivace při učení se z těchto výukových materiálů (Barak et al., 2011), nebo čas potřebný k osvojení učiva. K dispozici jsou i výsledky výzkumů, které srovnávají účinnost statické vizualizace, dynamické vizualizace a kombinace statické a dynamické vizualizace (např. Arguel, Jamet, 2009; Paas et al., 2007).

K dispozici jsou i výsledky výzkumů, které srovnávají účinnost statické vizualizace, dynamické vizualizace a kombinace statické a dynamické vizualizace. Příkladem může být studie Arguel, Jamet (2009), kde se jako nejúčinnější formou ukázala kombinace animace se statickými obrázky (v jejich pojetí se v průběhu animace na promítací ploše objevovaly postupně klíčové momenty z animace). Tento výzkum proběhl v oblasti učiva o první pomoci, a to na akademické půdě. K podobným výsledkům, avšak za zcela odlišných podmínek, se dopracoval také Pass et al. (2007).

Protože je u nás výzkum v dané oblasti teprve na svém počátku, hlavním cílem empirického zkoumání této disertační práce bylo obecné porovnávání účinnosti statické/dynamické vizualizace na vybraném vysokoškolském biologickém učivu. Kromě toho bylo záměrem sledovat působení několika vybraných faktorů, které by mohly mít na tuto účinnost vliv (pohlaví studentů, vstupní vědomosti studentů, typ úloh v didaktickém testu).

Teoretickým východiskem pro pedagogický výzkum této práce byla (podobně jako ve většině citovaných zahraničních studií) *Kognitivní teorie multimediálního učení* (Mayer, 1997, 2001; Schnotz et al., 1999, 2003) a především *Teorie kognitivní zátěže* (Chandler, 2004; Chandler, Sweller, 1991; Paas et al., 2003; Sweller, 1994; Sweller et al., 1998; Van Merriënboer, Ayres, 2005).

Na bázi teorie multimediálního vyučování bylo v minulosti provedeno mnoho výzkumů, které potvrdily, že prezentace učiva rozličnými formami a zapojení více smyslů při učení většinou vedou ke kvalitním vzdělávacím výsledkům. Množství empirických nálezů dokázalo, že lidé se učí lépe z kombinace text + obraz, než jen z textu samotného, a proto může být verbální vyučování podpořené obrazy velmi efektivní (např. Levie,

Lentz, 1982; Plass et al, 1998 atd.). Obě výukové metody využité v experimentu této práce (statická a dynamická vizualizace učiva) byly vytvořeny na podkladu multimediální teorie vyučování; Mayer a Moreno (2002) prokázali, že základní principy teorie multimediálního učení jsou platné pro učení se z animací stejně tak, jako pro učení se ze statických obrázků.

Autoři teorie multimediálního vyučování také doporučují, aby při multimediální prezentaci učiva byly ekvivalentní verbální a vizuální informace prezentovány současně, čímž se zvyšuje pravděpodobnost uchování informací v dlouhodobé paměti (Mayer, 2001). Dále varují před vznikem tzv. *split-attention effect*, který vzniká dělením pozornosti studenta na překrývající se zdroje (např. učitel by neměl číst doprovodný text, který je součástí prezentovaného obrazu, protože obojí informaci zpracovává stejný systém a mohlo by dojít k jeho přetížení). Všechna tato doporučení byla v realizovaném výzkumu akceptována.

Multimediální vyučování však nemusí být účinné samo o sobě. To je jedním z východisek teorie kognitivní zátěže, která tvrdí, že pokud má mít vyučování kvalitní výsledky, musí být učivo prezentováno nejen verbálně, ale i graficky, avšak zároveň tak, aby nároky na jeho zpracování respektovaly kapacitu pracovní paměti (Baddeley, 1992). Pracovní paměť je kapacitně i časově omezena a její přetížení může mít za důsledek nedokonalé uložení informací do dlouhodobé paměti. Protože je ICL dána specifiky daného učiva a nemůže být pod vlivem učitele (nebo tvůrce výukového materiálu), výzkumníci se zabývají především ECL. ECL je dána formátem prezentace učiva, v závislosti na jeho podobě může různou měrou zatěžovat WM a tím i modifikovat účinnost dané výukové metody.

Převážná většina empirických prací porovnávajících účinnost různých forem vizualizace je stavěna a diskutována na podkladu teorie kognitivní zátěže; nejinak tomu je i v této práci. Základním východiskem je fakt, že výukové animace (dynamická vizualizace) a výukové obrázky (statická vizualizace) vykazují určité parametry, které snižují/zvyšují nároky na WM, což se promítá do jejich pedagogické účinnosti.

Hlavním cílem pedagogického výzkumu této práce bylo zjištění rozdílu v účinnosti dvou výukových metod (statická vs. dynamická vizualizace učiva fyziologie člověka). Hlavní nezávisle proměnnou byl tedy *typ vizualizace*. Design empirického výzkumu měl podobu experimentu, jehož podrobný plán (vyjádřený v grafické podobě) je v příloze 2. Vlastnímu experimentu předcházely důkladné přípravy, a to nejen organizačního charakteru (viz příloha 1). Jedním z klíčových momentů v rámci příprav experimentálního šetření byla

(kromě vytvoření výukových materiálů na příslušná témata) konstrukce několika typů didaktických testů, které sloužily ke zjištění úrovně vstupních znalostí studentů a také ke zjištění míry zvládnutí učiva a tím zjištění účinnosti výukových metod. Jednotlivé testy prošly expertním hodnocením a na základě jejich aplikace na vzorku studentů byly korigovány do podoby testů s přijatelnou mírou reliability. Validita a reliabilita vstupního testu byla zajištěna ještě před vlastním experimentálním šetřením (na vzorku studentů 2. ročníků biologických studií na PřF UP). Validita a reliabilita testů na obě učiva byla ověřována až v první fázi vlastního experimentu (zimní semestr). Cílem první fáze experimentu bylo tedy korigování vytvořených testů na obě učiva, u kterých zatím byla známa pouze jejich validita. Na základě výsledků těchto testů však již bylo možné usuzovat o účinnosti dvou výukových metod.

Protože se v experimentu pracovalo s již vytvořenými skupinami (danými docházkou studentů do výuky), bylo nutné na základě vstupního testu ověřit vědomostní vyrovnanost všech skupin – v zimním semestru u skupin K, L, M, N a O, P. Skupiny, jimž bylo v ZS prezentováno učivo 1 (K, L, M, N), se na základě zjištěných hodnot signifikance prokázaly jako vědomostně vyrovnané. Ani porovnávání skupin O a P, jimž bylo v ZS prezentováno učivo 2, neprokázalo mezi úrovní jejich vstupních vědomostí statisticky významné rozdíly. Při porovnání průměrných výsledků jednotlivých skupin ve vstupním testu lze zaznamenat, že studenti skupin O a P jsou v porovnání se studenty skupin K – N vědomostně mírně slabší. Tento stav lze pravděpodobně přičíst tomu, že skupiny O a P byly tvořeny studenty prvních ročníků; u skupin K – N to byli studenti ročníků třetích, kteří měli po dvou letech studia zřejmě větší všeobecný biologický přehled (přestože bylo očekáváno, že výsledky budou u všech skupin podobné, protože první ročníky měly časově blíže k maturitní zkoušce a přijímacím zkouškám z biologie). Tento mírný rozdíl však na naši experimentální situaci neměl negativní vliv, protože vždy šlo o vzájemné srovnávání vědomostně vyrovnaných skupin a učivo bylo pro všechny skupiny stejně nové.

Co se týče experimentálních a kontrolních skupin v zimním semestru a počtu studentů v nich, nebyly srovnávány početně zcela srovnatelné skupiny. Umělé přeskupování studentů mezi skupinami by však zřejmě mělo na průběh experimentu negativnější vliv, než komparace početně nevyrovnaných skupin. Celkový počet respondentů zařazených do experimentální fáze zimního semestru činil 72. Nejedná se o vysoké číslo a výsledky nelze příliš zobecňovat, avšak pracovali jsme s úplným výběrem a pokud by bylo do experimentu zařazeno více škol, vystavilo by se zřejmě velké množství obtížně kontrolovatelných nežádoucích faktorů, které by výsledky experimentu zkreslovaly.



Kromě toho, že na základě výsledků experimentální fáze zimního semestru mohly být korigovány testy na obě učiva, mohlo již dojít k testování několika prvních hypotéz. Protože v celé této fázi působil pouze jeden učitel (označovaný jako X = autor této práce), byly při hodnocení účinnosti výukových metod v případě učiva 1 skupiny spojeny dle metod: K + M, L + N. V případě prvního srovnávání se dynamická vizualizace učiva ukázala (na hladině významnosti 0,05) jako statisticky významně účinnější. Signifikance zde dosáhla hodnoty 0,0457, což lze ještě považovat za statisticky významný rozdíl.

Vzhledem k tomu, že hlavním cílem experimentálního výzkumu v zimním semestru bylo korigování vytvořených didaktických testů, nebyla administrace testů u skupin K-N opakována a výuka učiva 2 proběhla u dalších skupin studentů. Skupinám K-N byl test po prezentaci učiva zadán zcela nečekaně. Následná další experimentální výuka (s rotací výukových metod) by však u těchto studentů mohla vyvolat stav, kdy by experimentální působení vytušili a vědomostní test očekávali. Tak by mohlo dojít k nežádoucímu Hawthornovu efektu (který zvyšuje výsledky studentů na základě aktivity vyvolané experimentální atmosférou), což by mělo na korigování didaktických testů negativní následky. Proto byly k výuce učiva 2 využity další dvě skupiny studentů O a P a rotace výukových metod byla naplánována až na druhou fázi experimentu, ve které se již pracovalo s testy korigovanými.

I v případě učiva 2 byl zjišťován rozdíl v účinnosti obou výukových metod. Zde však (i když poměrně těsně) nebyla vyšší účinnost dynamické vizualizace prokázána (signifikance 0,0615). Pokud však srovnáme průměrné výsledky v testu na učivo 2 u skupin O a P, dojdeme k poměru 17,7 : 23,8. Tento rozdíl 6 bodů by mohl hrát ve výsledcích zkoušky fyziologie již poměrně velkou roli. Zajímavostí tohoto srovnávání je fakt, že pokud bychom z analýz eliminovali jednoho studenta z experimentální skupiny, který dosáhl nejnižšího počtu bodů (9 z maximálně 42 možných), dostali bychom se pod hladinu signifikance 0,05. Na tomto příkladě je možné ilustrovat, s jakou obezřetností je nutné interpretovat dosažené výsledky při relativně malém počtu respondentů. Je pravděpodobné, že při zapojení většího množství respondentů do experimentu bychom došli k přesvědčivějším rozdílům v účinnosti vizualizace.

Druhá fáze experimentu proběhla v navazujícím letním semestru, kdy byly k dispozici 4 skupiny studentů. Studenti opět nebyli mezi skupinami uměle přeskupováni, do experimentu vstoupil další učitel (Y) a bylo již možné provést vyučování se zařazením rotace výukových metod.

Hned v úvodu této fáze experimentu jsme narazili na úskalí v podobě vědomostní srovnatelnosti skupin studentů. Jednofaktorová analýza rozptylu prokázala, že mezi skupinami jsou ve výsledcích vstupního testu na hladině významnosti 0,05 statisticky významné rozdíly, což nebyl příznivý stav. Již z letného pohledu na výsledky studentů ve vstupním testu bylo vidět, že studenti skupiny U jsou ve vstupních vědomostech na daleko vyšší úrovni, než jejich spolužáci ze skupin ostatních. Skupinu U tvořil studijní obor Biologie – Tělesná výchova, o kterém i z několikaleté zkušenosti víme, že patří k oborům vědomostně nejlepším (příčiny lze hledat v dokonalejší vědomostní přípravě díky předmětům příbuzným fyziologii, které mají tito studenti již absolvovány). V tomto kroku jsme se rozhodli skupinu U z analýz experimentu vyřadit (přesto že v ní experimentální výuka proběhla). Tím jsme přišli o faktor osobnosti učitele, se kterým se původně v analýzách počítalo. Museli jsme tedy předpokládat, že oba učitelé působili ve výuce na studenty podobným způsobem. Eliminace skupiny U však byla opodstatněná, protože vysoká vědomostní úroveň jejích studentů by mohla výrazně modifikovat výsledky celého experimentu. Po vyřazení skupiny U byly zbylé skupiny R, S a T podrobeny analýze rozptylu i potvrzujícímu Kruskal – Wallisovu testu a zde již jejich vědomostní vyrovnanost prokázána byla. Do jednotlivých analýz výsledků experimentálního působení v letním semestru tedy byly zařazeny pouze výsledky skupin R, S a T.

Účinnost statické a dynamické vizualizace byla v této fázi experimentu zjišťována prostřednictvím již korigovaných didaktických testů. První porovnání bylo realizováno u dvou skupin studentů (R a S) vyučovaných učitelem X. Zde byly rozdíly v dosaženém počtu bodů velmi výrazné, o čemž svědčí vypočtená hodnota signifikance (0,0025) a také rozdíly v průměrném počtu dosažených bodů (v experimentální skupině bylo oproti skupině kontrolní dosaženo dvojnásobného průměrného počtu bodů).

V další fázi, kdy proběhla výuka na učivo 2, si skupiny R a S svoje role vzájemně vyměnily, experimentální skupiny se staly skupinami kontrolními a naopak. I při druhém dílčím srovnávání u učitele X se prokázala statisticky významně vyšší účinnost vizualizace dynamické, avšak již ne s tak výrazným rozdílem, jako v případě učiva 1 ( $p = 0,0490$ ). Vysvětlení lze hledat buď ve faktoru učiva a nebo v negativním efektu opakování experimentální výuky, kdy studenti při prezentaci učiva 2 již mohli s navazujícím didaktickým testem počítat (Hawthornův efekt), což mohlo během přednášky ovlivnit míru jejich pozornosti i učení. V každém případě se v obou dílčích případech prokázala dynamická vizualizace učiva jako účinnější, než vizualizace statická.

Pro účely dalších porovnávání byly skupiny R, S, T seskupeny podle jejich příslušnosti k výukovým metodám na skupiny R + T a S (tedy bez ohledu na vyučujícího). Při hodnocení rozdílu výsledků mezi skupinou experimentální (R + T) a kontrolní (S) v případě učiva 1 statisticky významný rozdíl zaznamenán nebyl. Přesto že je mezi průměry výsledků těchto skupin určitý rozdíl (ve prospěch vyšší účinnosti dynamické vizualizace), o statistické významnosti hovořit nelze (signifikance 0,1024). Příčinou je zřejmě nízká úspěšnost skupiny T, která (přesto že byla pod vlivem experimentální metody) dosáhla velmi podobných výsledků, jako skupina S, jež byla v dané fázi v roli skupiny kontrolní. Tato nízká úspěšnost mohla být vyvolaná vlivem působení osobnosti učitele Y, ale roli zde mohlo hrát i učivo. Příčinu je však možné hledat i v samotné vědomostní kvalitě studentů. Skupina T byla tvořena studenty oboru Biologie – Zeměpis, jež ve vstupním testu dosáhli nejnižšího průměrného počtu bodů a i v případě testu na učivo 2 nebyla tato skupina příliš úspěšná (zde sice vystupovala jako skupina kontrolní, ale její výsledky byly v porovnání s kontrolní skupinou R daleko slabší).

Při srovnávání výsledků experimentální skupiny S a kontrolní skupiny R + T jsme došli k překvapivě odlišným závěrům. Vypočtená hodnota signifikance udává velmi výrazný rozdíl mezi výsledky těchto dvou skupin, o čemž svědčí již letmé porovnání průměrných skóre. Tento výsledek není příliš konzistentní s výsledkem srovnávání skupin R a S v případě stejného učiva, kdy se hodnota signifikance přibližovala kritické hodnotě 0,05. Zde však signifikance dosahuje hodnoty 0,00004, což může být podmíněno nízkou úspěšností skupiny T v didaktickém testu, nebo odlišným charakterem učiva 2 (např. jeho menším rozsahem v porovnání s učivem 1). Může se tedy zdát, že pro experimentální skupiny je zvládnutí učiva 2 výrazně méně náročnějším úkolem. Při ověřování hypotéz H8 a H9 však byly výrazně lepší výsledky řešení testů v experimentálních skupinách zaznamenány v případě učiva 1. Příčinu zjištěného výsledku tedy bude nutné hledat v již zmíněných faktorech, či v odlišném působení učitele Y na skupinu T. Vyloučena však není řada dalších vlivů, jako např. odlišná motivace studentů atd.

Počet studentů zapojených do experimentální fáze v letním semestru byl 49. Je pravděpodobné, že při zapojení většího množství respondentů do experimentu bychom došli k přesvědčivějším rozdílům v účinnosti vizualizace. V každém případě se zde dynamická vizualizace učiva (v porovnání s vizualizací statickou) prokázala ve 3 ze 4 srovnávání jako účinnější.

Realizovaný výzkum přinesl několik dílčích srovnávání statické a dynamické vizualizace na konkrétních příkladech učiva. Výsledky první experimentální fáze lze

přijímat pouze omezeně, protože v ní ještě nebyly využívány korigované didaktické testy na příslušná učiva. K jejich úpravě došlo právě na základě proběhnutí první fáze experimentu. Přesto již byly určité rozdíly ve prospěch dynamické vizualizace zaznamenány, přičemž statisticky významné zatím pouze u učiva 1. Směrodatné byly výsledky experimentální fáze letního semestru, pro kterou byly k dispozici již konečné, reliabilní verze testů na obě učiva. V kontextu hlavního výzkumného problému této práce byly provedena 4 dílčí srovnávání (hypotézy H8 – H11). Ve třech z těchto případů se podařilo prokázat statisticky významnou převahu účinnosti dynamické vizualizace nad statickou. Ve čtvrtém případě nedosáhl rozdíl statistické významnosti, přesto lze z porovnání průměrů didaktických testů poukázat na průměrně vyšší účinnost dynamické vizualizace. Naše předpoklady, že dynamická vizualizace učiva fyziologie je účinnější než jeho vizualizace statická, se ve většině případů povedlo potvrdit. Ukázalo se tedy, že parametry výukových animací využitých v empirickém výzkumu této disertační práce byly poměrně dosti účinné a vykazovaly nízkou míru ECL. Dynamický výukový obraz tak zřejmě skutečně nevedl k zatěžování pracovní paměti studentů, k čemuž naopak pravděpodobně často docházelo v případě učení se z vizualizace statické.

Výsledky však nelze interpretovat jednostranně ve prospěch účinnosti dynamické vizualizace a příliš je zobecňovat. Omezení pro zobecnění výsledků je dáno zejména tím, že nebyly přijaty všechny hypotézy, vyslovující se pro vyšší účinnost dynamické vizualizace. Dále, počet respondentů byl relativně omezený, vyšší počet testovaných studentů by zřejmě přinesl čistší výsledky (na druhou stranu se však podařilo i při omezeném počtu respondentů prokázat statistickou významnost rozdílů v řadě analýz, což je ve prospěch průkaznosti výsledků). Výzkum byl proveden na dvou učivech konkrétního předmětu vyučovaného na konkrétní fakultě, což také omezuje platnost závěrů. Hlavní cíl práce byl však splněn a v rámci dané situace se ve většině případů podařilo prokázat vyšší účinnost dynamické vizualizace učiva. V tomto ohledu jsou tedy výsledky naší práce velmi podobné především pracím Arguel, Jamet (2009), Barak et al. (2011) a Kühl et al. (2011a). Z velkého množství experimentálních studií citovaných v této disertační práci lze tři výše uvedené práce (z hlediska designu experimentů a jejich výsledků, charakteru respondentů, povaze testovaných výukových materiálů atd.) považovat za nejvíce příbuzné experimentu našemu. Naš výzkum se tak řadí k množství realizovaných zahraničních studií, které empiricky prokázaly výhody využívání výukových animací v kontrastu se statickými výukovými obrazy. Při porovnávání výsledků výzkumu této disertační práce s výsledky podobných studií je však nutné mít na paměti jednu velmi důležitou skutečnost. Výzkumů

v oblasti porovnávání účinnosti statické a dynamické vizualizace bylo za posledních 20 let provedeno v různých vyspělých zemích celého světa velmi mnoho. Každý z těchto výzkumů je ale natolik specifický, že jej lze velmi obtížně porovnávat s výzkumy na první pohled podobnými. Na pozadí každého takového výzkumu stojí totiž kombinace velkého množství faktorů, které mohou za skutečnou účinnost/neúčinnost daných forem vizualizace stát. Tyto faktory se vztahují jednak vlastnostem vizualizovaných výukových materiálů a typu učiva, dále k charakteristikám respondentů ale i vlastnostem nástrojů měřících výsledky výuky a v neposlední řadě k charakteru prostředí, do kterého je daný experiment zasazen.

Z faktorů prostředí se jedná především o *typ školy*, na kterých jsou výzkumy realizovány. Často se jedná o školy základní (např. Barak et al., 2011), jinde jde o školy střední (např. Höffler et al., 2010) či vysoké (např. Kühl et al., 2011a) – tomu odpovídá i úroveň učiva, na kterých jsou různé výukové metody testovány a výsledky zjištěné např. na školách vysokých zdaleka nemusí platit pro školy střední atd. Určitou roli zde může hrát i *země*, ve kterých experiment probíhá. Každá oblast světa je charakteristická svým sociokulturním prostředím, jehož vliv zasahuje i do školství. Porovnávání výsledků podobných experimentů realizovaných např. na Novém Zélandě (např. Lowe, 1999) s experimenty z Turecka (např. Kablan, Erden, 2008) a s naším experimentem realizovaným v podmínkách českého školství může být problematické.

V akademickém prostředí, kde náš experiment proběhl, je situace odlišná než v případě škol středních a základních, kde se vyučuje podle platných kutikulárních norem. V případě vysokoškolské výuky tomu tak není a každé učivo je na každé fakultě přednášeno odlišným způsobem, s odlišnými požadavky na studenty, s různou hodinovou dotací pro daná učiva atd. Pro tyto důvody proběhl experiment (byť s omezeným počtem respondentů) v relativně konstantním prostředí jedné fakulty.

K vnějším podmínkám experimentu lze zařadit i *denní dobu*, ve které experimentální výuka proběhla. Zahraničním studiím citovaným v této práci lze vytknout, že v nich tento údaj není uveden. Z hlediska únavy studentů (a případně i učitelů) může mít čas počátku a konce experimentální výuky pozměňující účinky v tom smyslu, že pokud např. prezentujeme učivo metodou, která by se za normálních okolností ukázala jako účinná, nemusí vyvolat stejné účinky v době, kdy jsou studenti díky únavě a snížené pozornosti málo vnímaví. Proto jsou součástí této práce i údaje o přesných časech, ve které u jednotlivých studijních skupin výuka probíhala. V případě našeho výzkumu se při testování hypotézy 2 neprokázala vyšší účinnost dynamické vizualizace možná právě

proto, že výuka v experimentální skupině proběhla v odpoledních hodinách (vyšší pravděpodobnost únavy), naproti tomu v kontrolní skupině v hodinách dopoledních. Je možné, že vedle podmínek časových mohou hrát roli u podmínky místní, jako např. prostředí učebny, její velikost atd.

S výše jmenovaným faktorem souvisí role *motivace* účastníků experimentů (studentů ale i učitelů), čímž se dostáváme k osobnostním charakteristikám, které mohou výsledky výzkumů modifikovat. Pro realizované výzkumy v dané oblasti je příznačná nejednotnost v této motivaci. Mnohé výzkumy proběhly v přirozeném školním prostředí a experimentální výuka byla součástí běžné výuky školního roku (např. Höffler, Leutner, 2011). Tyto podmínky lze hodnotit jako výhodné, protože se blíží podmínkám přirozeným. Jiné výzkumy však proběhly nad rámec školní výuky (např. Arguel, Jamet, 2009), čímž testování výukových metod zřejmě působilo nepřirozeně, a to zvláště tehdy, kdy byla respondentům za účast v experimentu dokonce přislíbena finanční odměna (Paas et al., 2007; Lin, Atkinson, 2011). V našem případě byla ve prospěch zachování přirozených podmínek experimentální výuka začleněna do běžné výuky, motivací studentů byly jejich studijní výsledky. Pozměňující roli může hrát i *osobnost učitele* a případně i jejich počet. Je téměř jisté, že přestože každý učitel bude mít k dispozici stejné výukové prostředky, výklad povede svým specifickým způsobem (kolik existuje učitelů, tolik existuje i různých osobností). V našem případě byli do experimentu zapojeni učitelé dva, aby byla role působení osobnosti učitele alespoň částečně sledována. Ve většině případů citovaných zahraničních experimentů však měl experimentální výuku na starost pouze učitel jeden. Důležitá může být také motivace učitele – je pravděpodobné, že pokud experimentální výuku povede samotný autor experimentu, může na studenty působit odlišným způsobem, než zainteresovaná nebo zaškolená osoba. Oba učitelé, kteří se podíleli na výuce v rámci našeho experimentu měli podobné zkušenosti s využíváním statických a dynamických obrazů a jejich společným zájmem bylo to, aby experimentální výuka proběhla korektně.

S motivací studentů souvisí i jejich zájem, a to nejen o učivo, ale i o samotnou formu jeho zpracování. V našem experimentu byl proto eliminován „efekt novosti“, který zvyšuje výkon osob pod vlivem nových podnětů. Jednotlivé formy vizualizace prezentované v našem experimentu nebyly pro studenty novou záležitostí, protože se s nimi ve výuce již setkali (experimentální fáze nebyly záměrně zahájeny na samotném počátku semestrů).

Velmi důležitým faktorem, který byl neměl být zanedbán v žádném experimentu zaměřeném na testování výukových metod a následné zjišťování výsledků výuky, jsou *vstupní znalosti studentů*. Již jen z důvodu srovnatelnosti studijních skupin je důležité

zajistit to, aby byly porovnávány vědomostně vyrovnané skupiny. Tato procedura je běžnou součástí výzkumů realizovaných ve světě, použili jsme ji i v našem případě, kdy byla pomocí vstupního testu zjišťována úroveň vědomostí ze základů fyziologie. V obou částech experimentální fáze zimního semestru se podařilo proti sobě postavit vědomostně vyrovnané skupiny; v případě experimentování v letním semestru se však jedna studijní skupina prokázala jako vědomostně výrazně lepší oproti skupinám ostatním, musela být tedy z analýz vyřazena.

Co se týče vlivu vstupních znalostí studentů na jejich studijní výsledky v závislosti na prezentaci učiva statickou/dynamickou formou vizualizace, výsledky nejsou zcela jednoznačné. Mnoho studií potvrdilo, že vyšší vstupní znalosti vedou k lepšímu porozumění učiva, které je prezentované multimediální formou (např. ChanLin, 2001; Höffler, 2003). Otázkou však je, jak úroveň vstupních znalostí ovlivňuje účinnost statické/dynamické vizualizace. Studie Kalyugy (2007) tak např. prokázala velké individuální rozdíly ve studijních výsledcích v závislosti na vstupních vědomostech. V našem experimentálním šetření byly tyto zákonitosti sledovány v obou akademických semestrech. V zimním semestru se poměrně přesvědčivě ukázalo, že v experimentálních skupinách se míra úspěšnosti vstupního testu odráží v úspěšnosti v testu na dané učivo (které bylo v rámci experimentu vyučováno). Tedy, že dynamická vizualizace je prospěšná především pro vědomostně výkonnější studenty. Otázkou je, zdali je tento výsledek příznivý. Ve výuce (nejen vysokoškolské) by mělo být učivo prezentováno tak, aby bylo pokud možno stejnou měrou prospěšné pro všechny studenty bez ohledu na jejich vědomostní úroveň.

Obdobně působila dynamická vizualizace na výsledky experimentálních skupin v letním semestru, zde však bylo registrováno i podobné působení vizualizace statické. Rozdílné účinky statické a dynamické vizualizace se tak v druhé části experimentu vzájemně vyrušily a ať bylo učivo vizualizováno formou statickou či dynamickou, vždy z něj více výtěžili vědomostně silnější studenti. Daleko příznivějším výsledkem by bylo, kdyby byl daný typ vizualizace stejně prospěšný pro všechny studenty (a samozřejmě pokud možná co nejvíce). Je tedy možné, že dynamická vizualizace v našem případě sice vykazovala nižší míru ECL než vizualizace statická, avšak ne dostatečně nízkou natolik, aby mohla být více prospěšná i pro vědomostně slabší studenty. ECL by mohla být dále snížena např. přidáním interaktivitou nebo opakovanou prezentací vizualizovaného učiva.

V případě statické vizualizace učiva nejsou ve sledované otázce výsledky obou fází našeho experimentu homogenní a problém vyžaduje další podrobnější zkoumání. Náš

výzkum ale došel v dané oblasti k podobným závěrům, jako některé příbuzné studie (např. ChanLin, 2001; Höffler, 2003; Nerdel, 2003), tedy, že studenti s vyššími vstupními znalostmi nemusí investovat do učení tolik úsilí a jsou obdařeni vyšší kognitivní kapacitou pro porozumění učivu.

Kromě vstupních znalostí studentů, které se vztahují k danému učivu nebo učebnímu předmětu, nelze zanedbat další charakteristiky studentů, jako např. *vizuální kognitivní styl*, nebo jejich *kompetence učit se z vizuálií*. Roli vizuálního kognitivního stylu studovali např. Höffler et al. (2010) nebo Schnotz a Rasch (2005) a prokázali, že tato charakteristika může za určitých okolností pozměňovat účinnost učení se z různých forem vizualizace učiva. V některých pracích se také setkáváme s problémem kompetencí studentů učit se ze statických/dynamických vizuálií. Mnohdy je tato kompetence považována za samozřejmost, výzkumy však často prokazují opak a ukazuje se, že osvojování strategií učení se z vizuálií může hrát značnou roli v jejich účinnosti (viz. např. Kombartzky et al., 2010 nebo Lowe, 1996). Sledování těchto faktorů však přesahovalo rámec této disertační práce.

Zajímavým faktorem, kterému je v zahraničních výzkumech věnován velmi omezený prostor, je *pohlaví studentů* zapojených do experimentu. Většina výzkumů na daném poli se touto proměnnou nezabývá, proto bylo jedním z cílů našeho experimentu ověřit, zda eliminace faktoru pohlaví z interpretace výsledků výzkumů je oprávněná. V našem případě žádné dílčí analýzy neprokázaly statisticky významný rozdíl mezi úspěšností mužů a žen v jednotlivých testech v závislosti na typu vizualizace (hodnoty signifikance od 0,2374 do 0,6772) a ve všech případech dosáhli muži i ženy velmi podobných výsledků. Skutečně se tedy prokázalo, že pohlaví nemá na účinnost statické či dynamické vizualizace vliv. Pohlaví nemělo žádný pozměňující efekt ani na úspěšnost studentů ve vstupním testu, tzn. že studenti i studentky měli stejné vstupní vědomostní předpoklady pro studium fyziologie člověka (z analýz v LS byla vyřazena skupina U, kterou tvořily většinou ženy, což by mohlo výsledky ovlivnit). Ve všech sledovaných skupinách byla převaha žen, proto by bylo žádoucí provést podobné analýzy s vyrovnanějším počtem skupin dle pohlaví a výsledky tak potvrdit. K podobným výsledkům jako v našem případě dospěl i Barak et al. (2011), ovšem v prostředí základní školy a za velmi dlouhé období.

Mezi další faktory zcela jistě patří i *učivo*, jeho specifika, náročnost atd. Zahraniční výzkumy v oblasti účinnosti animací byly aplikovány na široké spektrum učebních předmětů (vždy však těch, pro jejichž učivo byly charakteristické dynamické procesy). Účinnost animací se tak často ověřovala v oblasti přírodních věd, především fyziky (např.



Boucheix, Schneider, 2009; Kühn et al., 2011a, Meyer et al., 2010), geologie (např. Lin, Atkinson, 2011), meteorologie (např. Canham, Hegarty, 2010), astronomie (např. Hasler et al., 2007), biochemie (např. Höffler et al., 2010), medicíny (např. Arguel, Jamet, 2009), biologie (Paas et al., 2007; Amadiou et al., 2011). To je však velmi omezený pohled – je nutno uvážit, že každá vědní disciplína je složena z dílčích oborů. A dále, každý obor se dále člení, takže v experimentech se vždy jednalo o jedno konkrétní učivo – specifické svým obsahem a náročností. Tak byla např. v práci Boucheix, Schneider (2009) posuzována účinnost animací/obrázků na učivu popisující princip fungování trojkladkového systému. Toto učivo spadá do mechaniky, která je součástí fyziky. Výsledky tohoto konkrétního výzkumu tedy nelze zobecňovat na celou mechaniku, natož pak na fyziku. Podobně, výsledky našeho výzkumu nelze zobecňovat na celou fyziologii, natož pak biologii. Protože však v našem případě byla vybrána do experimentu učiva dvě a v obou případech byly (v otázkách účinnosti animací) zaznamenány podobné výsledky, s jistou dávkou tolerance lze předpokládat, že k podobným závěrům bychom došli i při výběru dalších učiv.

Experimentální studie prokazují, že zdaleka ne všechna učiva jsou pro jejich zpracování formou dynamické vizualizace vhodná – zejména z důvodu, že jejich učební obsah není dynamický, takže je zbytečné jej zpracovávat dynamicky. A dále, některé učební obsahy jsou natolik snadné, že jejich dynamická vizualizace se opět prokazuje jako zbytečná – mnohdy si učivo mohou studenti vybavit sami a mohou tak být stavěni do nepříjemných situací, kdy jsou jejich schopnosti podceňovány. V případě vysokoškolské fyziologie, pro jejíž učivo je charakteristická dynamika (srov. kap. 2.2.2.1) a je (na základě výpovědí studentů i učitelů) považováno za náročné, byly rozdíly v účinnosti různých forem vizualizace zaznamenány.

Nebude však záležet pouze na charakteru učiva, ale i na *době trvání* samotného experimentu, tedy na rozsahu učiva. V množství realizovaných experimentů lze v tomto ohledu spatřit velkou roztržitost. Experimentální plány některých výzkumů počítaly s délkou velké části školního roku (často v případě experimentování na středních či základních školách; např. ve výzkumu Barak et al., 2011). Většina experimentů však byla aplikována pouze na jednom učivu (nebo na jeho části) a jejich trvání bylo omezeno pouze na jednu nebo více vyučovacích jednotek. K tomuto typu experimentů bylo přikloněno v našem případě, a to zejména z toho důvodu, že platnost výsledků časově rozsáhlých experimentů je omezena skutečností, že během dlouhého období může do experimentu vstupovat velké množství intervenujících proměnných, které lze obtížně kontrolovat.

Protože se v našem experimentu jednalo vždy o výklad ucelené kapitoly, prezentace využívaná v rámci metody A obsahuje vedle výukových animací i určité množství statických obrázků (jejich zařazení bylo nezbytné většinou z důvodu popisů určitých statických entit, jež jsou součástí téměř každého učiva). Proto bychom v našem případě měli hovořit spíše o porovnávání účinnosti statické vizualizace učiva s kombinací statické a dynamické vizualizace učiva (těžištěm výukových prezentací metody A jsou však dynamické výukové animace).

Tímto lze volně přejít k problematice samotného charakteru výukových materiálů. Jak již bylo na mnoha místech této práce zmíněno, statické a dynamické výukové obrazy lze kategorizovat podle mnoha hledisek. Ať již realizované výzkumy pracovaly s obrazem statickým, dynamickým, či s oběma – vždy se jednalo o obraz, který vykazoval určitý *stupeň realismu*. Množství výzkumů (např. Lusk, Atkinson, 2007; Mayer et al., 2007) prokázalo, že příliš realistické obrazy (ať již statické či dynamické) uvalují větší nároky na kapacitu WM, protože obsahují velké množství obrazových prvků. Studenti (zejména ti méně zkušení – jak prokázal např. Lowe, 1999, 2004) pak mají často problém extrahovat z obrazu relevantní informace. Podle metaanalýzy Höfflera a Leutnera (2007) jsou nejučinnější obrazy na pomezí schematismu a realismu. V našem experimentu bylo v rámci výukové metody A pracováno s obrazy schematickými (dle našeho pojetí – viz kapitola 3.5.2.2), obrazy metody B byly schematické i realistické. Je nutné vzít také v úvahu, že obrazy obou výukových metod se lišily svým grafickým ztvárněním. Všechny obrazy prezentace výukové metody A byly vytvořeny v programu PowerPoint, byly tedy jednotného charakteru. Obrazový materiál prezentace metody B byl však co do grafického ztvárnění heterogenní, protože obrazy byly převzaty z různých zdrojů. Jednotlivé obrazy této prezentace byly vybrány na základě informací o nejvyužívanějších zdrojích pro fyziologii člověka, jež byly zjištěny průzkumem realizovaným v prostředí českých univerzit. Vytvořené schematické obrazy metody A se ve většině dílčích srovnání našeho experimentu prokázaly jako účinnější, než kombinace obrazů různého stupně realismu metody B. Kromě stupně realismu může hrát v účinnosti obrazů svoji roli i typ grafiky a je možné, že námi využitý *typ grafiky* zvýšil účinnost dynamické vizualizace.

Pokud uvažujeme *úlohu doprovodného textu*, již bylo avizováno, že ve výzkumu této práce byl obrazový materiál obou výukových metod doprovázen mluveným projevem učitele. Účinnost tohoto spojení byla empiricky ověřena mnoha studiemi (např. Mayer, 1997; Park et al., 2011; Sweller et al., 1998), proto byl tento formát využit i v našem případě a role doprovodného textu zde jako proměnná nefigurovala. Aby byla podpořena

shoda textového doprovodu, oba učitelé našeho experimentu měli k dispozici totožný textový doprovod v psané formě, na jehož základě komentovali obrazový materiál výukových prezentací. Mnoho jiných podobných výzkumů se ale textovou modalitou zabývá a velmi časté jsou experimentální designy typu 2x2, které uvažují typ vizualizace a textovou modalitu jako nezávisle proměnné a zkoumá se účinnost jejich kombinací. Příkladem může být studie Kühla et al. (2010b) aplikovaná na učivu o fyzikálním principu pohybu ryb. Mluvený projev se v tomto případě vždy ukázal jako výhodnější než projev psaný (především u obrázkových a problémových úloh), ale nebyla objevena žádná interakce mezi typem vizualizace a textovou modalitou. Tento výzkum pracoval s repetitivními animacemi (byly spouštěny několikrát po sobě). Můžeme se proto domnívat, že kdyby byly animace spouštěny jen 1x, vznik očekávaného efektu by mohl být pravděpodobnější (tak jako např. u Moreno, 1999). Popisovaná studie mj. ilustruje, kolik faktorů se může na účinnosti vizualizace podílet.

Jak se v zahraničních výzkumech stále častěji prokazuje, účinnost výukových obrazů může významně determinovat jejich *interaktivita*. K dispozici je mnoho prací (např. Hasler et al., 2007; Hegarty, 2004; Lowe, 2004; Rieber et al., 2004), které prokázaly, že interaktivní animace (tedy animace, jejichž průběh mohou studenti ovládat sami) jsou účinnější, než animace neinteraktivní. Vyšší účinnost interaktivních animací je vysvětlována tím, že snižují nároky na WM. Nemusí však být úspěšné vždy, jak se ukázalo např. v práci Boucheix, Schneider (2009), kde byly interaktivní animace prospěšné jen u vědomostně nejslabších studentů. V našem výzkumu interaktivita jako proměnná nefigurovala, ve všech případech bylo učivo prezentováno učitelem, tedy neinteraktivní formou. Interaktivita mj. vyžaduje, aby měl každý student k dispozici vlastní počítač, což v našich podmínkách nebylo možné realizovat.

Dalším faktorem modifikujícím účinnost animací může být skutečnost, zda se jedná o *animace segmentované* (dělené na více částí, které jsou prezentovány postupně), či animace souvislé (jež proběhnou celé najednou). Na základě výsledků mnoha výzkumů (např. Moreno, 2007; Hasler et al., 2007) lze segmentované animace hodnotit jako účinnější. Ve výzkumu Mayer, Chandler (2001) se např. segmentované animace prokázaly jako velmi účinné, a to zvláště tehdy, pokud byla po přehrání všech segmentů promítnuta ještě celá animace plynule najednou. Spanjers et al. (2011) však zjistil, že segmentované animace jsou prospěšné pouze pro slabší studenty. Problematika segmentovaných animací není jednoduchá. Vždy závisí na typu učiva a v případě našeho experimentu byly v rámci metody dynamické vizualizace učiva některé animace segmentované a jiné nikoliv (některé

děje byly natolik elementární, že segmentovat animaci by bylo scestné). V našem případě tedy nelze všechny animace považovat za segmentované (přesto, že většina z nich segmentována je). Proto by měl být vliv segmentování animací studován zejména v těch případech, kdy jsou popisované procesy dlouhé a komplikované, nebo tam, kdy je popisován pouze jeden rozsáhlý proces. K výzkumům v této oblasti se ještě přidávají další výzkumy podrobnějšího rázu, které sledují vliv počtu jednotlivých animačních segmentů a tím i počet pauz (např. Arguel, Jamet, 2009), čímž se daná problematika ocitá ještě ve složitějších souvislostech.

Kromě segmentování může účinnost animací ovlivňovat i jejich *opakované prezentování*. I tento faktor byl uvažován v některých výzkumech, které přinesly očekávané zjištění, že opakování animací podporuje učení a upevňuje vědomosti (např. Kühl et al., 2011b; Moreno, Mayer, 1999). Pro eliminaci tohoto faktoru byly v našem výzkumu všechny statické i dynamické obrazy prezentovány studentům pouze jednou. Lze předpokládat, že opakované spuštění animací by mohlo vyvolat přírůstek učení; stejná situace by však mohla nastat při opakovaném promítání statických obrazů a tento problém tak vyžaduje další podrobnější zkoumání.

Pozměňujícím faktorem může být i *rychlost animací*. Pro náš výzkum byly vytvořeny animace o rychlosti, která odpovídá přirozené rychlosti doprovodného slovního komentáře učitele, což se jeví jako optimální. Zahraniční výzkumy (např. Meyer et al., 2010) prokázaly, že ani příliš pomalé, ani příliš rychlé animace nepřinášejí pozitivní efekt (oba krajní případy zatěžují WM). V tomto kontextu je tedy třeba hledat kompromis, aby rychlost animací byla taková, aby i slabší studenti stihli zaznamenat všechny potřebné informace a výkonnější studenti se nezačali nudit.

V posledních letech přibývá výzkumů, které zkoumají působení *signálních vodítek* („signal cues“) u vizualizace učiva (častěji u vizualizace dynamické). V experimentech je nejběžněji porovnávána účinnost animací bez signálních vodítek s animacemi se signálními vodítky (např. Lin, Atkinson, 2011). Další typ výzkumů se zaměřuje na účinnost různých typů signálních vodítek (např. šipek – např. Cutting, 2002; barevných zvýrazňování entit – De Koning et al., 2007; „zoomování“ – např. Amadiou et al., 2011 atd.). Výzkumy v této oblasti nepřinášejí vyrovnané výsledky. Tak například studie Luska a Atkinsona (2007), De Koninga et al. (2007), či Kalyugy et al. (1999) prokázaly pozitivní efekt signálních vodítek, ale např. výzkum Moreno (2007) dospěl k přesnému opaku, což profesorka Moreno v daném případě vysvětluje vznikem split-attention effect u studentů. Na jednu stranu tedy může metoda „cueing“ usnadňovat práci s obrazem tím, že

zvýrazňuje důležité objekty, čímž kapacitu pracovní paměti uvolňuje. Na druhou stranu však přidávání symbolů do obrazu může činit obraz méně čitelnějším (a tím kapacitu WM naopak zaplňovat). Klíčovou otázkou této oblasti zřejmě bude, jaký typ signálních vodítek je nejvhodnější. Zajímavou formou signálních vodítek je např. dočasné barevné zvýraznění určitých prvků obrazu (např. De Koning et al., 2007). Tímto způsobem není obraz zahlcován nadbytečnými přidanými informacemi a je lépe čitelný. Metoda zvýrazňování byla částečně využita i v našem výzkumu (konkrétně šlo o kombinaci těchto vodítek s tím, že na některé důležité prvky upozorňoval verbálně učitel). Výzkumy používající metodu barevných zvýrazňování jsou většinou zaměřeny na její porovnávání s dalšími metodami „signal cueing“, a proto naše výsledky nelze s výsledky těchto výzkumů porovnávat.

Zvláštním typem signálních vodítek je dočasná změna rychlosti animace. Lowe (2003) např. shledal pozitivní účinek zpomalování animací (na učivu o meteorologii), a to zejména u slabších studentů. Fisher et al. (2008) ale vyzkoušel efekt změny rychlosti animace (v případě učivu o principu pohybu kyvadlových hodin) a pozitivní účinek nalezen nebyl. Jako podobně neúspěšně se často prokazují vodítka formou zvýrazňovacích šipek, které vedle samotného zvýraznění mohou u studentů evokovat i pohyb a tím je mást (jak prokázal např. Cutting (2002)).

Kromě výše uvedených parametrů animací může hrát v jejich účinnosti roli také skutečnost, zda se jedná o *počítačové (PC) animace*, nebo *video animace*. Metaanalýza Höfflera a Leutnera (2007) poukázala na nepatrně vyšší účinnost video animací v porovnání s animacemi počítačovými. Nutné je ovšem podotknout, že všechny sledované animace vykazovaly další různé atributy, takže jejich porovnání je velmi relativní. V našem výzkumu se pracovalo téměř výhradně s animacemi, které byly vytvořeny v programu MS PowerPoint (verze 2003) a prokázaly se jako účinné. Dnes však začíná být běžné porovnávat různé typy počítačových animací v závislosti na programu, v němž byly vytvořeny. V těchto souvislostech dospěl např. O'Day (2007) k závěrům, že animace biologických procesů v programu PowerPoint jsou stejně účinné, nebo někdy dokonce účinnější, než animace sestavené v komplexních animačních 3D softwarech.

Vedle parametrů animací bývají vymezovány i parametry statických obrazů, není jich však mnoho. Většina dosavadních výzkumů v dané oblasti se zabývala především vlastnostmi animací, což je zřejmě důsledek toho, že animace jsou často apriorně považovány za účinnější typ vizualizace. U statických obrazů se např. rozlišuje, zda jsou doprovázeny vysvětlujícím textem mluveným/psaným (v našem případě to byl slovní doprovod učitele), dále je podobně jako u animací uvažována míra realismu obrazů

(v našem případě byly obrazy schematického i realistického charakteru), rozlišují se i obrazy s/bez signálních vodítek a případně forma těchto vodítek (v našem případě se jednalo o signální vodítka typu šipek v kombinaci s verbálním upozorněním učitele na významné prvky). Parametry statických obrazů byly v našem případě velmi podobné parametrům animací, proto jsme rozdíl v účinnosti přikládaly především dimenzi statika – dynamika a také k odlišné formě grafického zpracování.

Kromě samotných vlastností vizuálií může jejich účinnost modifikovat i charakter nástroje měřícího studijní výsledky. V zahraničních výzkumech (např. Boucheix, Schneider, 2009; Barak et al., 2011) je časté, že *úlohy v didaktickém testu* jsou rozděleny do několika oblastí. Jednotlivé úlohy se tak často člení např. na verbální či obrazové (či na jejich kombinaci), na vědomostní a dovednostní (problémové úlohy komplexnějšího charakteru) atd. Často se také jedná o kombinaci obou výše uvedených přístupů. Každý výzkum tak pracuje se specifickým didaktickým testem, vytvořeným pro konkrétní potřeby experimentu, což opět znesnadňuje vzájemné srovnávání jejich výsledků. Faktor typu testových úloh lze ilustrovat na nedávném výzkumu Kühla et al. (2011b), kde byly úlohy didaktického testu rozděleny do kategorie verbálních a obrázkových (zjišťujících paměť) a problémových (zjišťujících tvořivé schopnosti). V tomto případě byla dynamická vizualizace (v kontrastu s vizualizací statickou) účinnější jen u úloh problémových. K podobným závěrům došli také např. Mayer a Moreno (2002). Ve výzkumu Lewaltera (2003) však neměla forma vizualizace učiva na úspěšnost studentů v řešení vědomostních či dovednostních úloh žádný vliv. Ani u dalších podobných studií nebyla souvislost mezi typem testových úloh a účinností statické/dynamické vizualizace objevena, nebo je nejednoznačná (např. Catrambone, Seay, 2002; Nerdel, 2003).

V případě našeho experimentu byly testové úlohy členěny do dvou oblastí – vědomostní úlohy (vyžadující především pamětní vybavení informací) a dovednostní úlohy (vyžadující pochopení souvislostí a vzájemných vztahů, schopnost řešení problémů). V případě řešení vědomostních položek byl vliv vizualizace zaznamenán pouze u učiva 2 (větší účinnost ve prospěch vizualizace dynamické), přičemž rozdíl byl velmi výrazný ( $p = 0,00002$ ). Je zajímavé, že i v případě dovednostních úloh jsme došli k podobným závěrům, tedy vliv vizualizace byl registrován též jen v případě učiva 2 (opět ve prospěch vizualizace dynamické;  $p = 0,00001$ ). Řešení vědomostních i dovednostních úloh se tedy u učiva 2 prokázalo jako snadnější po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace. V případě učiva 1 byly rozdíl ve prospěch dynamické vizualizace zaznamenány rovněž, avšak nikoliv statisticky významné.

Tyto výsledky lze pravděpodobně přičíst odlišnému charakteru učiva 2 a do budoucna by bylo vhodné potvrdit tyto výsledky zopakováním experimentu v nezměněné podobě za současného zahrnutí více druhů učiva. Lze tak očekávat, že při aplikaci experimentu na další kapitoly fyziologie bychom došli k podobným závěrům (u některých kapitol budou rozdíly výraznější, u jiných méně). Hlavní roli zde však nemusí hrát pouze charakter učiva a ve skutečnosti zřejmě půjde o působení celé řady dílčích faktorů. Je také možné, že určitý pozměňující efekt může vykazovat i forma zadání testu, počet položek, čas vyměřený na vyplnění testu, množství variant testu či způsob skórování úloh a vyhodnocování testu.

Z výše uvedeného množství komentovaných faktorů, které mohou více či méně ovlivňovat učení ze statických/dynamických vizuálií je zřejmé, o jak komplexní a složitou problematiku se jedná. Při interpretaci výsledků výzkumů je vždy důležité mít na mysli dané konkrétní parametry obou forem vizualizace; situaci komplikuje skutečnost, že vždy se jedná o kombinaci těchto parametrů. Z výsledků zahraničních výzkumů víme, že změna jednoho parametru může vyvolat změnu v celkových výsledcích účinnosti dané formy vizualizace. Tak lze předpokládat, že pokud bychom u našich výukových animací změnili např. parametr „interaktivnost“ (studentům by učivo nebylo prezentováno učitelem, ale studenti by s výukovým materiálem pracovali individuálně, měli by kontrolu nad průběhem animací atd.), dospěli bychom (při zachování ostatních parametrů animací) k jiným výsledkům. Podobně i v případě vizualizace statické. Proto je do budoucna nutné nezaměřovat se na pouhou komparaci statické a dynamické vizualizace na konkrétním učivu u konkrétních respondentů, ale v rámci každého výzkumu přesně vymezit parametry daných forem vizualizace a hledat jejich nejučinnější kombinace. Kromě toho by měly být vždy také uvažovány a popsány všechny faktory, které na pozadí tohoto učení stojí, protože díky nim může být účinnost statické/dynamické vizualizace velmi relativní.

Z celé množiny možných faktorů, které mohou podmiňovat úspěch/neúspěch statické vs. dynamické vizualizace, zde byly zmíněny jen některé. Je velmi pravděpodobné, že ve skutečnosti se bude jednat o celou řadu dílčích faktorů (známých i neznámých), které v některých případech podmiňují nevyrovnanost výsledků. Pro potřeby našeho experimentu jsme se snažili vytvořit maximálně možné srovnatelné podmínky pro všechny skupiny studentů a vyhnout se působení intervenujících proměnných. V žádném přirozeném pedagogickém experimentu však nelze pojmenovat všechny faktory modifikující výsledky a eliminovat je. Výsledky každého experimentu v pedagogice je

nutno brát s určitou rezervou, protože vždy pracujeme s „lidskými daty“. Zvyšováním počtu respondentů a experimentálních situací lze však míru průkaznosti výsledků zvyšovat.

Experiment realizovaný v rámci této disertační práce doplňuje řadu zahraničních experimentů aplikovaných na biologické obory a přináší další vhled do problematiky využívání statických a dynamických obrazů ve výuce. Výsledky provedených analýz experimentu naznačují, že pro prezentaci vybraného učiva předmětu fyziologie člověka jsou výukové animace (daných parametrů) v porovnání se statickými obrazy vhodnější, neboť jsou pedagogicky účinnější. Tuto účinnost lze vysvětlit především tím, že animace popisují dané procesy přesně, věrně a plynule. Tím podstatně snižují nároky studentů na představivost, redukují požadavky na zpracování informací, uvolňují kapacitu WM a zamezují vzniku miskoncepcím. Animace svým založením poskytují více informací, než obrazy statické a realitu ztvárňují přirozeněji. Podle teorie kognitivní zátěže všechny tyto vlastnosti vedou k redukci ECL daného výukového materiálu, tím k uvolnění kapacity pracovní paměti a učení se stává efektivnější. Při učení se ze statických obrázků byli zřejmě studenti pracovní vyčerpání usuzováním o průběhu daných fyziologických procesů, jež zde mohl být pouze naznačen. Pozitivní efekt dynamických výukových obrazů mohlo sehrát i jejich graficky jednodušší zpracování.

Jedna z hlavních stinných stránek výukových animací – jejich pomíjivost – byla v mnoha podobných výzkumech příčinou jejich neúspěchů. V našem případě byla tato nevýhoda částečně kompenzována tím, že některé animace byly segmentovány. Tím pravděpodobně došlo i k redukci jevu retroaktivní inhibice. Vzhledem k pozitivnímu efektu animací v našem výzkumu lze také předpokládat, že pokud během učení se z nich došlo ke vzniku split-attention effect, tak jen velmi ojediněle. Celkově lze tedy soudit, že animace vytvořené pro účely našeho experimentu vykazovaly poměrně nízký stupeň ECL a předpokládat, že pokud by byly animace studentům prezentovány opakovaně a navíc by se jednalo o animace interaktivní, mohla by být jejich účinnost ještě vyšší.

V současné době se ve světové pedagogice a psychologii vedou horlivé debaty o možnostech využití PC animací ve vyučování. Nadšení prvních let, kdy se potenciál dynamické vizualizace zdál být neomezený, se začíná ubírat do více pragmatického pohledu a jednostranné vyzdvihování účinnosti výukových animací začíná být považováno za velmi omezený přístup. Přestože se soustavně prokazuje, že jejich využívání může být v různých situacích velmi účinné, role statických obrazů by neměla být podceňována.



Animace přes všechny svoje výhody brání, na rozdíl od statických obrázků, představivosti studentů. Nelze je vždy a za všech okolností ve škole využívat a vyučování založené pouze na jedné výukové metodě by se dříve či později stalo stereotypním. Mnoho výzkumů prokazuje, že kombinace statické a dynamické vizualizace se ukazuje jako velmi efektivní a pokud jsou statické obrazy sestaveny didakticky správně, mohou leckdy vykazovat nízkou hodnotu ECL a výhody animací předčit. Proto je nanejvýš žádoucí, aby se studie příštích let zaměřily na odhalování zákonitostí, které povedou k optimalizaci podoby nejen dynamických, ale i statických vizuálií, protože obě tyto formy prezentace učiva hrají (nejen) v přírodovědném vzdělávání velmi důležitou roli.

Při tvorbě multimediálních výukových materiálů je nutné zohledňovat nejen hardwarové, softwarové, ale i pedagogicko-psychologické požadavky. Problematika didaktického obrazu přesahuje hranice pedagogiky a dostává se do širokých souvislostí s dalšími vědními disciplínami, především kognitivní psychologie. Jak uvádí Macek (1984), bez znalostí procesů, ve kterých didaktický obraz působí na svého percipienta, by bylo iluzorní formulovat požadavky na didaktický obraz. U vzdělávacích materiálů, které nerespektují kognitivní strukturu lidského jedince, bude tedy pravděpodobně náhodou, zda bude daný materiál efektivní či nikoliv. Kromě několika důležitých výjimek Mayerovy teorie multimediálního učení (2001) a teorie kognitivní zátěže Swellera (1994) je dnes k dispozici velmi málo teoretických základů, na nichž je možné při konstrukci výukových animací stavět. Animace totiž poskytují komplexní informace – zahrnují statickou a dynamickou grafiku, a proto není snadné dokonale popsat kognitivní procesy fungující při učení se z nich. Výsledkem je skutečnost, že designérům animací chybí vodítko poskytující informace, co by animace (případně statické obrazy) měly splňovat, aby byl jejich edukační efekt maximální. Mnoho autorů (např. Höffler, Leutner, 2007; Lowe, 2004; Tversky et al., 2002) se shoduje na tom, že dnes vzniká potřeba existence teorie, která by vysvětlovala kognitivní procesy, které se uplatňují při učení se studentů z animací. V blízkém budoucnu lze proto očekávat, že výzkumy v této oblasti budou klást větší důraz na psychologické souvislosti a stále častěji se budou zaměřovat na kognitivní charakteristiky studentů.

Zařazování moderních statických či dynamických vizuálií do výuky může být pro studenty atraktivní a motivující, více obrazů však automaticky neznamená vyšší názornost a efektivnost výuky. Vždy je třeba hledat kompromis. Na jedné straně mohou vizualizace pozitivním způsobem ovlivňovat pozornost studentů, na druhé straně hrozí riziko, že je obrazové efekty zaujmou natolik, že forma potlačí obsah. Jindy může nesprávně sestavený

didaktický obraz studenta odradit, nebo dokonce negativně ovlivnit jeho vztah k učivu samotnému. Vysokoškolské učebnice a multimediální výukové materiály jsou bohužel komerčním artiklem a ovlivnit podobu jejich obrazového vybavení není jednoduché. Autoři těchto pomůcek často spoléhají pouze na svoji intuici a navíc jsou většinou většími odborníky na daný učební předmět, než na jeho didaktiku (Lowe, 2001). Podobně se k tomuto problému stavějí Maňák a Švec (2003) když uvádějí, že mnohé výukové programy zpracovávají autoři sice s dokonalou technickou základnou, ale bez adekvátních pedagogických kompetencí. Celou situaci navíc znesnadňuje skutečnost, že didaktika terciárního vzdělávání u nás prakticky neexistuje. Úkolem příštích let bude tyto problémy překonávat a zaměřit se nejen na studium účinnosti různých multimediálních materiálů jako takovou, ale při jejich tvorbě zohledňovat kognitivní charakteristiky jejich uživatelů.

Realizování experimentů v humanitních vědách je velmi komplikované samo o sobě, a to především proto, že se pracuje s tzv. „lidskými daty“. V těchto případech je velmi obtížné kontrolovat všechny faktory, které do experimentů vstupují a popsat pedagogickou realitu v celé své složitosti. Náš experiment byl o to náročnější, že jsme pracovali s obrazovým materiálem. Obrazový výukový materiál je z empirického hlediska obtížněji uchopitelný, než materiál textový a jeho zkoumání vyžaduje kooperaci řady dílčích disciplín – kromě pedagogiky je to především kognitivní psychologie, technologie vzdělávání apod. Obrazový výukový materiál, ať už statický nebo dynamický, vykazuje mnoho různých parametrů a každý typ obrazu lze popsat z mnoha odlišných pohledů. Výsledkem je kombinace různých charakteristik každého obrazu a lze očekávat, že např. různé typy dynamických výukových obrazů nebudou mít stejnou účinnost. Proto je třeba na počátku každého experimentu přesně vymezit, jaké konkrétní formy vizualizace srovnáváme. Pokud se tak nestane, riskujeme tím možnost působení mnoha nežádoucích proměnných. Nesnadným úkolem našeho výzkumu bylo maximum těchto nežádoucích faktorů eliminovat a poukázat na další faktory, které mohou jeho výsledky modifikovat. Do jednoho experimentu není možné zahrnout všechny faktory, ale jejich znalost může v budoucnu vést k propracovanějším experimentálním designům.

Je důležité také upozornit na skutečnost, že v současné době dochází k překonávání klasického pojetí srovnávání účinnosti statické vs. dynamické vizualizace a začínají se objevovat studie sledující faktory (typ školy, typ učiva, osobnost učitele, parametry výukových materiálů, typ nástroje měřícího vědomosti atd.), jež tuto účinnost ovlivňují. Každý výzkum v této oblasti je natolik specifický svojí specifickou kombinací podmínek,

na jejichž pozadí se výzkum odehrál, že jednotlivé výzkumy jsou velmi obtížně porovnatelné. Vždy lze však hledat některé společné jmenovatele a pokud se bude dynamická vizualizace opakovaně projevovat za různých podmínek jako účinná, bude její role ve výchovně vzdělávacím procesu posilovat.

I přes četné úspěchy využití dynamické vizualizace ve výzkumech i pedagogické praxi nelze její úlohu absolutizovat, a to už jenom proto, že se její statické ekvivalenty často prokazují jako účinnější. Úloha statického didaktického obrazu by rozhodně neměla být vytlačována do pozadí a úkolem výzkumů příštích let by mělo být upuštění od jednostranné komparace účinnosti statické vizualizace s dynamickou a hledání takových kombinací parametrů obou forem vizualizace, které z nich učiní efektivní výukový nástroj. Kromě otázky samotného charakteru obrazových materiálů může být výzvou také hledání podmínek, za nichž je jsou dané formy statické či dynamické vizualizace učiva (případně jejich kombinace) účinné a proč.

#### **3.6.4.2 Diskuse technické a organizační stránky realizovaného výzkumu**

Cílem následujících odstavců je upozornit na problémy, které během empirického výzkumu nastaly a pokusit se navrhnout opatření, která by v případě realizace navazujících či podobných studií vedla k jejich redukci či úplné eliminaci.

V první řadě je třeba upozornit na skutečnost, že pokud se výzkumník rozhodne zvolit jako metodu výzkumu experiment, musí se připravit na to, že stojí před organizačně, časově i technicky velmi náročným úkolem. Lze totiž těžko předpovídat, jaké nežádoucí vlivy mohou do průběhu experimentu vstoupit, a to zvláště tehdy, když výzkumník realizuje experiment poprvé, jako tomu bylo v našem případě. V této souvislosti je možné nechat se inspirovat průběhem řady experimentů zahraničních (např. Amadiou et al., 2011; Arguel, Jamet, 2009; Barak et al., 2011; Kühn et al., 2011a,b atd.) a postupovat podle návodů, které jsou k dispozici i v české odborné pedagogické literatuře (především Gavora, 2010; Chráska, 2007; Janoušek, 1986; Kerlinger, 1972; Maňák, 1994; Pelikán, 2006; Skalková a kol., 1983; Švec a kol., 2009). Každý experiment je však specifický, vždy mohou nastat nepředvídatelné situace a univerzální návody pro zvládnutí každé experimentální situace neexistují.

Pro každý experiment musí být navržen experimentální plán, podle něhož by měl výzkumník postupovat. Lze využít již vytvořených experimentálních plánů a aplikovat je ve svém výzkumu. Často však dochází k tomu, že vzhledem ke specifickému výukovým

situacím vyvstává nutnost navrhování nových experimentálních plánů. Tak tomu bylo i v našem případě a experimentální plán musel být přizpůsoben výuce daného předmětu na PřF UP. Zde narážíme i na další problém, a to je vyučování v prostředí vysoké školy, jež má řadu specifík, s kterými je nutno počítat.

Pokud jsou v rámci experimentu testovány výukové metody, jejich účinnost bývá obvykle měřena didaktickým testem. Jestliže však v dané konkrétní oblasti prozatím výzkum proveden nebyl, je nutné příslušné didaktické testy vytvořit, což je samo o sobě časově i organizačně velmi náročné. První vytvořené verze testů vyžadují expertní hodnocení odborníků (v oblasti daného učiva i jeho didaktiky), na základě nichž jsou testy dále upravovány. Proto je dobré mít určité časové rezervy pro případ, že by se práce expertů zdržela, a to zvláště v případě, kdy testů i expertů je více (jako tomu bylo i v našem výzkumu). Protože je nutné takto upravené testy zadat vzorku studentů, je důležité předem zamýšlet, na kterých studentech budou dané testy vyzkoušeny (těmito studenty však nemohou být ti, jež byli vybráni pro účast ve vlastním experimentu). Jiný způsob, jak z testu eliminovat nevhodné úlohy (na základě analýz jejich obtížnosti, citlivosti, atd.) a dopracovat se k potřebné hodnotě reliability testu, neexistuje. Proto nelze tento krok vynechat. V našem experimentu se všechny tyto dílčí kroky splnit podařilo.

Časově i technicky náročným krokem bylo též sestavení výukových materiálů pro obě zkoumané metody a zajištění, aby obě formy prezentací byly obsahově ekvivalentní.

Jako organizačně náročné se též ukázalo začlenění experimentálního plánu do výuky. V první řadě je vždy třeba svolení vyučujícího, dále zajištění učeben, kontrola rozvrhu hodin atd. Znovu je potřeba zdůraznit roli času – bez časových rezerv je provádění experimentu hazardem. Může nastat situace, že některý vyučující zapojený do experimentu onemocní, výuka může někdy i nečekaně odpaďnout a pokud nemáme v záloze náhradní termíny pro výuku, experimentální plán může v tomto kroku ztroskotat.

Dalším problémem je zajištění přirozených podmínek. Pokud studenti vtuší, že je s nimi experimentováno, mohou se chovat nepřírozně, což má nepříznivé vlivy na jejich výkony a tím i výsledky celého experimentu (tzv. Hawthornův efekt). Proto je důležité, aby bylo do experimentu vybráno takové učivo, jež do výuky daného předmětu organicky zapadá. Problematické může být také zařazení dalšího učitele do vyučování, k čemuž došlo v našem případě. Přítomnost nového učitele může působit nepřírozně, avšak ve výuce, na které participuje více vyučujících (naš případ), by tento negativní efekt nastat neměl. Pokud dochází k zařazení dalšího vyučujícího do experimentu, vždy by se mělo jednat o kompetentní osobu. V našem případě měli oba učitelé stejné výchozí předpoklady – oba

měli s výukou fyziologie i s využíváním různých forem vizualizace učiva zkušenosti. Jejich osobnostní charakteristiky však byly samozřejmě rozdílné.

Klíčovou otázkou korektnosti realizace experimentů je zajištění dostatečného počtu respondentů a jejich rozdělení do experimentálních a kontrolních skupin. V našem případě nebyli ze základního soboru vybíráni studenti do souboru výběrového, ale pracovali jsme s exhaustivním výběrem, tedy do experimentu byli zařazeni všichni studenti daného předmětu daného ročníku. Problematické ale bylo jejich rozdělení do skupin. V pravých experimentech by toto rozdělování mělo být zcela náhodné. V našem případě jsme se rozhodli pro práci s „hotovými“ skupinami studentů, které byly vytvořeny na základě rozvrhu. K tomuto kroku jsme se přiklonili především z důvodu, že umělé přeskupování studentů mezi skupinami působí značně uměle a může negativně ovlivňovat výsledky experimentů (jak se i často uvádí v odborné literatuře). Proto by v našem případě bylo korektnější hovořit o tzv. kvaziexperimentu (viz Gavora, 2010). Přidělení jednotlivých výukových metod a učitelů k daným skupinám studentů však bylo již zcela náhodné.

Důležitým faktorem ovlivňujícím výsledky studentů může být jejich motivace. Před experimentem bylo žádoucí zajistit, aby u všech studijních skupin byla úroveň motivace co nejvíce podobná. Před experimentální výukou bylo všem studentům oznámeno, že následující prezentované učivo patří ke klíčovým oblastem fyziologie, že v dostupných literárních zdrojích není zpracováno dostatečně a že bude pro studenty výhodné si z přednášky odnést co nejvíce informací, protože to může výrazně usnadnit jejich přípravu na zkoušku z fyziologie. Co se týče studijních materiálů, studentům bylo řečeno, že je obdrží pouze v textové podobě, což mělo upevnit koncentraci studentů během přednášky hlavně na obrazový materiál. Je však velmi pravděpodobné, že míra motivace studentů k učení nebyla v danou chvíli u všech studentů stejná. Svoji roli zde jistě hrála i denní doba, v níž experiment probíhal, zájem studentů o učivo či osobnost učitele, který učivo prezentoval svým svérázným stylem.

V průběhu experimentu může být problematické též samotné administrování vstupních testů, což může přirozenost výuky narušovat a studenti mohou experimentální zásah vytušit. V našem případě byly navíc studentům postupně předloženy hned 2-3 typy testů. Funkce vstupního testu byla studentům vysvětlena tak, že z praktických důvodů je považováno za žádoucí zjistit jejich úroveň vědomostí ze středoškolského učiva fyziologie. Zadávání didaktických testů po prezentaci učiva bylo odůvodněno v tom smyslu, že pomocí nich chceme zjistit, kolik informací si studenti z učiva prezentovaného danou formou odnesli. V zimním semestru, kdy bylo každé skupině prezentováno experimentální

či kontrolní učivo jen jednou, byla situace poměrně jednoduchá. V letním semestru, kde již došlo k rotaci výukových metod, mohli někteří studenti po prezentaci druhého učiva vědomostní test očekávat, což mohlo výsledky experimentu více či méně ovlivnit. Tomuto fenoménu se při opakování experimentálních zásahů na týchž studentech lze vyhnout jen velmi obtížně. V tomto kontextu lze doporučit, aby byly experimenty (využívající měření výsledků pomocí testů) využívány hlavně tam, kde je průběžné testování studentů běžné a studenti jsou na ně zvyklí.

Protože jsme v našem experimentu pracovali se skupinami, o nichž jsme nemohli tvrdit, že jsou vědomostně vyrovnané (což bylo nezbytně nutné pro náš typ experimentu zajistit), bylo třeba tuto vyrovnanost ověřit. Na základě vstupních testů tak bylo v zimním semestru zjištěno, že všechny skupiny jsou vědomostně vyrovnané. Jiná situace však nastala v semestru letním, kdy se jedna skupina studentů velmi výrazně vědomostně odlišovala od skupin ostatních. Z tohoto důvodu musela být z většiny analýz experimentu vyřazena. Pomyslně jsme tedy ztratili část respondentů a navíc nemohla být detailněji sledována role osobnosti učitele v experimentu. Eliminace této skupiny však byla ve prospěch zachování nezkraslených výsledků žádoucí. S těmito problémy je nutno předem počítat a řešit je lze několika způsoby. Buď je možné zadat studentům vstupní test s dostatečným předstihem a na základě jeho výsledků studenty přeskupit do nových skupin („umělá varianta“), nebo postupovat způsobem podobným našemu případu. Kromě toho lze také studenty nepřeskupovat a eventuální vzniklou nevyrovnanost skupin řešit analýzou kovariance. Použití této statistické procedury však může být při relativně omezeném počtu studentů v experimentálních skupinách problematické.

Co se týče samotného průběhu experimentu, i zde hraje velmi důležitou roli čas. Vždy je vhodné, aby byl ve všech skupinách zajištěn dostatečný časový prostor nejen pro prezentaci učiva, ale i pro vyplňování vědomostních testů. Nedostatek času pro vyplnění testu se může negativně odrážet na celkovém počtu dosažených bodů. V našem případě vznikla ve většině případů v závěru vyučovací jednotky časová rezerva. Ojedinele (a to z organizačních důvodů, které nebylo možné korigovat) byl prostor pro vyplnění testu omezený, což mohlo vést k jisté modifikaci výsledků. Osvědčilo se, že vždy je lepší poskytnout studentům času na vyplňování testu více, a to i na úkor toho, že nejrychlejší studenti budou mít test vyplněný s časovým náskokem. Důležité je také zvážit, zda do prezentace učiva vložit pauzu, což může být výhodné (efekt odpočinku), ale i nevýhodné (efekt ztráty pozornosti). V našem případě byla pauza vložena jen v případě učiva 1, které bylo obsahově rozsáhlejší.

Jednou z klíčových otázek pedagogických experimentů je zajištění, aby se jednotlivé skupiny studentů mezi sebou vzájemně neovlivňovaly, studenti se předem nedozvěděli, že součástí výuky bude vědomostní test apod. Abychom toho (alespoň částečně) v našem experimentu docílili, studenti byli v závěru vyučování požádáni, aby ostatní studenty neinformovali o průběhu výuky s tím, že nejúspěšnější studenti v testech budou odměněni. Bylo by tedy pro ně kontraproduktivní na testy „připravovat“ studenty ostatní. Eliminace tohoto nežádoucí efektu byla samozřejmě náročnější v letním semestru, protože se všechny skupiny účastnily experimentu 2x a také z důvodu, že se jednalo o studenty učitelských oborů, kteří mají (přes různé odborné zaměření) některé předměty společné. V zimním semestru byla situace v tomto ohledu daleko jednodušší.

Dalším problémem, který experiment přinesl a se kterým se předem nepočítalo, byla situace, kdy někdo ze studentů přišel na výuku pozdě. V tom případě mu část prezentovaného učiva uniklo, pro úspěšnost v didaktickém testu měl v porovnání s ostatními studenty horší podmínky, a proto bylo nutné výsledky těchto jedinců z analýz vyřadit. V našem případě se to stalo pouze jednou v případě jedné studentky. Podobným nežádoucím jevem byla situace, kdy někteří studenti přišli ve druhé části experimentu LS do jiné skupiny, než ve které byli přítomni v části první. Následné analýzy to pak musely zohlednit. Tyto a další nežádoucí jevy je třeba mít na paměti, raději s nimi předem počítat a v případě jejich vzniku na ně flexibilně reagovat.

Kromě výše uvedených problémů se v průběhu experimentu objevila nežádoucí situace, kdy se někteří studenti (konkrétně dva) prostřednictvím svého mobilního telefonu pokoušeli pořídit fotografii didaktického testu. Učitelé však byli pohotoví a této situaci se jim podařilo zabránit. S tímto chováním typickým pro moderní generaci studentů je třeba do budoucna počítat a zřejmě se s ním budeme setkávat i v běžné výuce. V experimentálních situacích, kde se zkoumá účinnost výukových metod, je však nutné tyto sklony některých studentů potlačit.

V našem experimentu byli také studenti před rozdělením testu vždy vyzváni, aby si všechny poznámky, sešity a učebnice uklidili ze stolu. Zdaleka ne všichni ale tak skutečně učinili. Před zadáním testu je tedy třeba studenty nejen k něčemu vyzvat, ale i pečlivě zkontrolovat, zda na výzvu přistoupili.

Za zmínku stojí ještě jeden častý jev, který byl při opravování didaktických testů odhalen. Jednalo se o situaci, kdy studenti při vyplňování testů na první pokus vybrali správnou odpověď, ale při závěrečné kontrole svoje rozhodnutí změnili a nakonec vybrali odpověď chybnou. Ukazuje se tedy, příliš velký časový prostor pro vyplňování testových

formulářů může být někdy kontraproduktivní a do budoucna bude třeba hledat vhodný časový kompromis.



## 4 ZÁVĚR

Předložená disertační práce s názvem „*Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie*“ se zabývá problematikou výuky fyziologie na vysokých školách a řeší otázky konstrukce a účinnosti multimediálních výukových animací, jako moderního didaktického nástroje, v kontrastu k didaktickým obrazům statického formátu. Hlavním cílem disertační práce bylo teoreticky rozpracovat širokou problematiku vizualizace ve výchovně-vzdělávacím procesu, provést analýzu velkého množství (především) zahraničních studií v dané oblasti, experimentálně ověřit účinnost statické vs. dynamické vizualizace vybraného vysokoškolského učiva a na základě toho vyvodit příslušné závěry.

Disertační práce je členěna na část teoretickou a empirickou. Cílem teoretické části práce bylo zařadit studovanou problematiku do širšího kontextu a zhodnotit její současný stav. Čtenáři jsou seznámeni především s problematikou vizualizace a jejího moderního pojetí v dnešních školách a s teorií didaktického obrazu. Nejvíce prostoru je věnováno využití počítačové statické a dynamické vizualizace ve vyučování a konkrétním výzkumům, jež byly v dané oblasti (a to především v zahraničí) realizovány. Kromě toho přináší teoretická část také specifika učebního předmětu fyziologie člověka (na jehož učivu byly v empirickém výzkumu aplikovány různé formy vizualizace) a z nich vyplývající možnosti jeho výuky. Při zpracování teoretické části jsme se snažili integrovat poznatky z oblasti pedagogiky, didaktiky, kognitivní psychologie a technologie vzdělávání, utřídit poznatky a vymezit základní pojmy. Teoretická část byla vytvořena na základě práce s především primárními a aktuálními informačními zdroji. Vzhledem k tomu, že problematika didaktického obrazu patří v podmínkách naší pedagogiky k oblastem minoritním (z pohledu teoretického i empirického), úvodní teoretické pojednání této práce je poměrně rozsáhlého charakteru.

Studiem množství informačních zdrojů bylo zjištěno, že v pedagogice vyspělých zahraničních zemí (Německo, Švýcarsko, USA, Kanada, Nový Zéland) je problematice vizualizace věnováno daleko většího prostoru než v podmínkách českého školství. V zahraničí bylo za posledních 20 let realizováno výzkumů v oblasti hodnocení účinnosti statické vs. dynamické vizualizace učiva velké množství. Jejich výsledky však nejsou konzistentní – zatímco v mnoha případech se výukové animace prokázaly jako velmi účinný výukový nástroj, v jiných výzkumech selhaly na úkor statických výukových

obrazů. Současným trendem zahraničních výzkumů tak začíná být studium jednotlivých faktorů, které účinnost různých forem vizualizace modifikují. Celkově se tedy jedná o velmi složitou a komplexní problematiku, která stále zahrnuje množství nezodpovězených otázek, a proto je realizace dalších výzkumů v této oblasti velmi žádoucí a přínosná.

Dominantním cílem empirického výzkumu disertační práce bylo zodpovězení otázky, zda je dynamická vizualizace vybraného učiva fyziologie člověka účinnější, než vizualizace statická. Kromě toho byly řešeny i některé problémy doplňkového charakteru, např. jakým způsobem modifikují pohlaví, vstupní znalosti studentů a typ testových úloh didaktických testů účinnost daných forem vizualizace učiva. Nejlepším možným řešením, jak hledat odpovědi na vytyčené otázky, zjistit opravdovou účinnost dvou různých výukových metod a sledovat kauzální závislosti, byl návrh a realizace rozsáhlého experimentálního výzkumu. Vlastnímu experimentu předcházela tvorba několika typů didaktických testů a ověřování jejich vlastností, jež vedlo k získání testů vykazujících přiměřenou validitu a reliabilitu. Do vlastního experimentu bylo zapojeno 10 skupin vysokoškolských studentů (jež představovaly experimentální a kontrolní skupiny) a 2 vysokoškolští učitelé. Pro testování výukových metod byla vybrána 2 rozdílná učiva a průběh experimentu časově zasahoval do dvou akademických semestrů.

Pro zodpovězení hlavní výzkumné otázky, tedy jaký typ vizualizace je za daných podmínek účinnější, bylo v rámci realizovaného experimentu testováno 6 hypotéz (H1-H2, H8-H11). Dílčí srovnávání účinnosti výukových metod bylo (na základě výsledků úspěšnosti studentů v didaktických testech) realizováno prostřednictvím Studentova t-testu, přičemž pro hladinu významnosti byla zvolena hodnota 0,05. U jednotlivých srovnávání jsme došli k následujícím hodnotám signifikance: H1:  $p = 0,0457$ , H2:  $p = 0,0615$ , H8:  $p = 0,0025$ , H9:  $p = 0,0490$ , H10:  $p = 0,1024$  a H11:  $p = 0,00004$ . Na základě těchto získaných hodnot signifikance bylo možné ve 4 případech odmítnout nulovou hypotézu a přijmout hypotézu alternativní. Ve 4 dílčích srovnávání se tedy podařilo prokázat vyšší účinnost dynamické vizualizace. U zbývajících dvou hypotéz (z čehož u jedné jen velmi těsně) statisticky významný rozdíl ve prospěch očekávané vyšší účinnosti dynamické vizualizace prokázán nebyl. Podle výchozí teorie kognitivní zátěže je vysoce pravděpodobné, že dynamický výukový materiál využitý v našem experimentu vykazoval nízkou míru ECL, což vedlo k menšímu zatížení WM a tím i kvalitnějším studijním výsledkům, než v případě statických obrázků, jejichž míra ECL byla zřejmě vyšší. Protože

se v experimentu nepodařilo potvrdit všechny dílčí hypotézy vyslovující se pro vyšší účinnost výukových animací, nelze výsledky považovat za zcela jednoznačné. Přesto byl velmi pozitivní efekt výukových animací v našem výzkumu zaznamenán hned několikrát a výsledky se tak v mnohém přibližují výsledkům řady studií zahraničních (např. Barak et al., 2011; Kühl et al., 2011a). V navazujících výzkumech bude důležité objasnit, které parametry animací (ale i statických obrázků) jsou příčinou jejich relativní nízké účinnosti a hledat takové kombinace vlastností těchto obrazových výukových materiálů, které z nich učiní efektivní výukové nástroje.

Ve výzkumu bylo dále zjišťováno, zda pohlaví studentů nějakým způsobem modifikuje účinnost jednotlivých výukových metod. Tato závislost byla zkoumána prostřednictvím ověřování platnosti hypotéz H13-H16. Statistické testy významnosti u žádného z dílčích srovnávání neprokázaly vliv pohlaví na úspěšnost učení s pomocí statické/dynamické vizualizace učiva (hodnoty signifikance od 0,2374 do 0,6772). Ani v případě vstupních testů se úspěšnost studentů a studentek nelišila (hypotézy H3 a H12). Bylo tedy prokázáno, že muži i ženy mají stejné předpoklady pro studium daného předmětu a pohlaví respondentů nijak nemodifikuje účinnost jednotlivých forem vizualizace učiva. Eliminace faktoru pohlaví v interpretaci výsledků většiny zahraničních studií se tedy ukázala jako oprávněná.

Dalším dílčím úkolem výzkumu bylo zjistit, jakou roli hraje typ úloh didaktických testů z hlediska úspěšnosti studentů v jejich řešení, a to v závislosti na typu vizualizace prezentovaného učiva (hypotézy H17-H20). V případě řešení vědomostních položek byl vliv vizualizace zaznamenán pouze u učiva 2 (větší účinnost ve prospěch vizualizace dynamické), přičemž rozdíl byl velmi výrazný ( $p = 0,00002$ ). I v případě dovednostních úloh jsme došli k podobným závěrům, tedy vliv vizualizace byl registrován též jen v případě učiva 2 (opět ve prospěch vizualizace dynamické;  $p = 0,00001$ ). Řešení vědomostních i dovednostních úloh se tedy u učiva 2 prokázalo jako snadnější po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace. V případě učiva 1 byly rozdíly ve prospěch dynamické vizualizace zaznamenány rovněž, avšak nikoliv statisticky významné. K podobně nejednoznačným výsledkům došli např. Catrambone, Seay (2002) nebo Nerdel (2003). Výsledky lze pravděpodobně přičíst odlišnému charakteru obou aplikovaných učiv a pro jejich adekvátní interpretaci bude žádoucí výzkum opakovat na dalších učivech.

Poslední dílčí analýzy byly zaměřeny na zjišťování vztahu mezi výsledky studentů ve vstupním testu a vědomostním testu na dané učivo, opět v závislosti na typu jeho vizualizace (H4-H7 a H21-H24). V první fázi experimentu bylo zjištěno, že dynamická

vizualizace učiva 1 i 2 byla prospěšnější pro vědomostně výkonnější studenty. V druhé fázi experimentu byly tyto výsledky potvrzeny a navíc se ukázalo, že i statická vizualizace obou učiv byla prospěšnější pro výkonnější studenty. V dané oblasti náš výzkum došel k podobným závěrům, jako některé příbuzné studie (např. ChanLin, 2001; Höffler, 2003; Nerdel, 2003), tedy, že studenti s vyššími vstupními znalostmi nemusí investovat do učení tolik úsilí a jsou obdařeni vyšší kognitivní kapacitou pro porozumění učivu. Na jednu stranu je příznivé, že dynamická vizualizace byla ve všech případech pro určitou skupinu studentů velmi prospěšná. Na druhou stranu je však žádoucí, aby z daného typu vizualizace měli všichni studenti (bez ohledu na jejich vstupní znalosti) stejný (a pokud možno co nejvyšší) prospěch. V budoucnu tedy bude třeba hledat takové formy statické/dynamické vizualizace, které nebudou zvyhodňovat jen určité skupiny studentů, ale budou prospěšné pro všechny.

Výzkumné výsledky jsou diskutovány na bázi teorie kognitivní zátěže a na pozadí výsledků příbuzných (především zahraničních) studií. Výzkum se ve všech jeho fázích neobešel bez řady úskalí, jež mnohdy nebyla očekávána, a proto je součástí této práce i přehled doporučení a návodů pro realizaci budoucích výzkumů podobného formátu. Přes některé nedostatky, na které je poukázáno v diskusní části práce, se použitá metodologie výzkumu osvědčila a ukázala se jako výhodná. Disertační práce poskytuje veškerý postup při přípravě a realizaci experimentu tak, aby jej bylo možné ve stejné podobě kdykoliv zopakovat. Všechny prezentace učiva, didaktické testy a další potřebné materiály jsou k dispozici v elektronické podobě na přílohovém CD.

Na základě výsledků realizovaného empirického výzkumu lze formulovat několik **doporučení pro navazující výzkumy** v dané problematice:

- výzkum ve stejné podobě zopakovat na dalších skupinách respondentů a s dalšími typy učiva, případně v dalších biologických předmětech; pomocí retenčních testů se zaměřit i na účinnost vizualizace z hlediska dlouhodobého uchování poznatků;
- realizovat výzkumy, které budou sledovat vliv dalších proměnných, vztahujících se:
  - k obrazovým vlastnostem výukových materiálů, jako např. interaktivita, repetitivnost, realismus, barevné ztvárnění či 3D efekt statických

- o a dynamických obrazů; zkoumat roli různých typů signálních vodítek a různých forem textu doprovázejícího obraz;
  - o ke kognitivním charakteristikám studentů, jako např. kompetence studentů učit se z vizuálií, jejich vizuální kognitivní styl, motivace a zájmy apod.; sledovat vliv osobnosti učitelů na účinnost různých forem vizualizace prezentovaného učiva;
  - o k podmínkám vnějšího prostředí, jako např. typ a stupeň školy, organizační formy výuky apod.
- od výzkumů srovnávajících účinnost statické a dynamické vizualizace volně přecházet k výzkumům:
  - o porovnávajících účinnost různých forem statické (resp. dynamické) vizualizace a hledat optimální formy obou typů vizualizace;
  - o zjišťujících podmínky, za nichž je využití statické/dynamické vizualizace efektivní;
- výukové materiály využitě v experimentech podrobovat evaluaci studentů a zjišťovat, jak míra atraktivnosti jednotlivých forem vizualizace učiva, či míra vloženého úsilí do studia z nich, souvisí s jejich vzdělávací účinností.

Kromě toho lze formulovat i několik **námětů na další studie**, které by zkoumaly problémy, jež v dané oblasti prozatím řešeny nebyly vůbec, nebo jen velmi ojediněle a omezeně:

- Jakou roli hrají prostorové efekty statického a dynamického obrazu v jeho účinnosti? Jsou účinnější 2D/3D výukové obrazy a animace a případně za jakých podmínek?
- Jako roli hraje typ počítačového programu, v němž jsou statické či dynamické obrazy vytvořeny?
- Mohou účinnost dynamických výukových obrazů modifikovat zvuková signální vodítka, která slouží ke zvýraznění důležitých událostí či změn v průběhu animací? A pokud ano, tak jaké typy zvuků jsou či nejsou vhodné?
- Může účinnost statických/dynamických výukových obrazů modifikovat hudební podklad, který doprovází prezentaci učiva? A pokud ano, tak jaký druh hudby je či není vhodný?

Vedle výzkumů orientovaných výhradně kvantitativně lze též doporučit aplikaci kvalitativních přístupů, jež by vedly k odhalení nových problémů a k objasnění dalších zákonitostí, které se v dané problematice uplatňují.

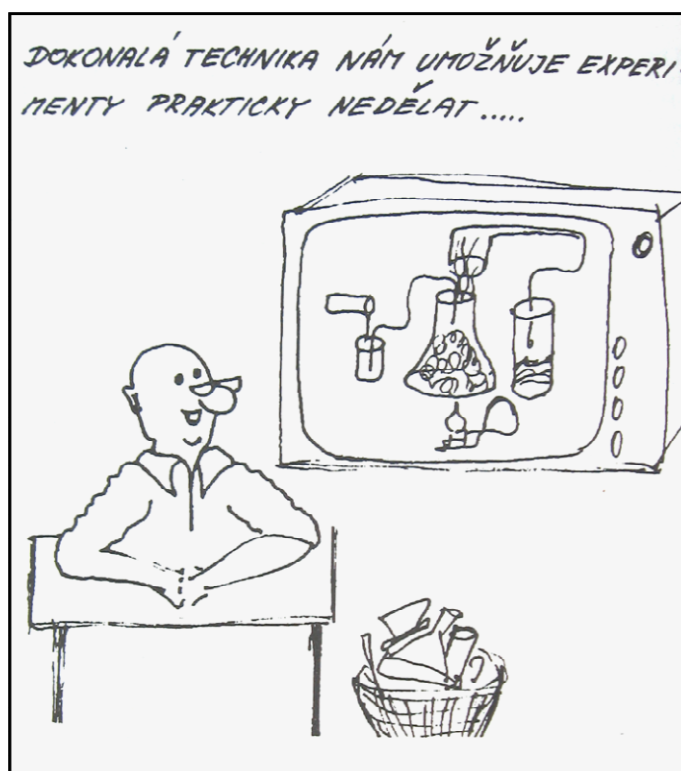
To jsou jen některé náměty pro navazující studie. V dané oblasti jsou výzkumy realizovány od dob postupného zavádění počítačové výuky do škol. Přesto, že bylo dosud provedeno (především v zahraničí) poměrně velké množství výzkumů, všechny otázky dosud vyřešeny nejsou a stále vyvstávají otázky nové. Zdaleka se tedy nejedná o problematiku dostatečně prozkoumanou. Téměř každým rokem se objevují stále nové prostředky poskytující moderní vizualizaci učiva a systematické výzkumy v této složité oblasti jsou teprve před námi.

**Přínos** předložené disertační práce **pro rozvoj pedagogiky a výchovně vzdělávací praxi** lze shrnout do následujících bodů:

- předložená disertační práce (již svým zaměřením) vyzvedává úlohu terciární didaktiky, která v podmínkách českého školství prakticky neexistuje;
- disertační práce přináší podrobně zmapovanou problematiku vizualizace a obrazu v pedagogických, psychologických a didaktických souvislostech, se zaměřením na počítačovou statickou a dynamickou vizualizaci učiva;
- disertační práce přináší analýzu velkého množství aktuálních zahraničních výzkumů realizovaných v dané oblasti včetně mnoha dalších odkazů;
- disertační práce přináší (na základě shrnutí poznatků z dostupných zdrojů) přehled obecných doporučení a zásad pro tvorbu pedagogicky účinných počítačových výukových animací;
- disertační práce přináší seznam 10 nejčastěji doporučovaných literárních zdrojů pro studium předmětu fyziologie člověka na fakultách v ČR, kde je daný předmět přednášen;
- v rámci disertační práce byly vytvořeny výukové materiály (s využitím statické a dynamické formy vizualizace učiva) na dvě ucelené kapitoly učebního předmětu fyziologie člověka; tyto prezentace bude v budoucnu možné využít jak při běžné tak i experimentální výuce fyziologie člověka na vysokých školách (v modifikacích i na školách středních);

- v rámci disertační práce byly vytvořeny nástroje pro měření výsledků výuky (3 druhy didaktických testů o vhodné validitě, reliabilitě a s úlohami kvalitních vlastností); tyto testy bude v budoucnu možné využít v běžné pedagogické praxi, ale mohou posloužit i jako nástroj měření účinnosti různých forem vizualizace učiva v navazujících či podobných výzkumech; vstupní didaktický test může nalézt uplatnění při zjišťování míry základních znalostí studentů ze středoškolského učiva fyziologie, což může být prospěšné nejen pro výzkumnou práci;
- v rámci disertační práce byl vytvořen a vyzkoušen experimentální plán, jež může sloužit jako podklad pro realizaci dalších studií, případně lze jeho podobu modifikovat dle aktuálních podmínek;
- součástí práce je množství doporučení pro realizaci výzkumů podobného charakteru a upozornění na nežádoucí jevy, které mohou při experimentech nastat (včetně návodů na jejich řešení); tyto praktické poznatky mohou být prospěšné pro řadu dalších výzkumníků;
- pedagogický experiment realizovaný v rámci této disertační práce je žádoucím doplněním řady zahraničních studií (aplikovaných nejen na biologické obory) a přináší další vhled do problematiky využívání statických a dynamických obrazů ve škole; výsledky experimentu vyzdvihují úlohu počítačových výukových animací v porozumění náročného učiva přírodovědných předmětů;
- výzkum disertační práce prokázal, že pro tvorbu dynamických vizuálií typu animací jsou vhodné nástroje programu MS PowerPoint; ve většině případů experimentálních srovnávání se tyto animace prokázaly jako pedagogicky velmi účinné a představují tak slibnou formu prezentace učiva fyziologie člověka;
- výsledky realizovaného experimentu obohacují pedagogickou-psychologickou základnu o empirické potvrzení vzdělávací účinnosti dynamické vizualizace učiva (v oboru fyziologie člověka), ale i skutečnost, že dynamická vizualizace nemusí být ve škole prospěšná za všech okolností, což v dané oblasti vyžaduje nutnost navazujících výzkumů;
- výsledky realizovaného experimentu jsou v souladu s výchozí teorií kognitivní zátěže a mají praktické využití pro konstrukci účinných multimediálních materiálů pro vysokoškolskou výuku biologických disciplín;
- závěry z výzkumu naleznou uplatnění při řešení stávajících a budoucích grantů zaměřených na podporu modernizace terciárního biologického vzdělávání;

- výsledky výzkumu jsou pro jeho autora impulzem k pokračování v tvorbě grafických dynamických výukových materiálů a také v podpoře jejich využívání učiteli i studenty, jimž mohou výuku či studium nejen zpestřit, ale především usnadnit.



Obr. 8 Kopie ilustrace z publikace Štikara (1991, s. 52)

Dnes je již téměř jisté, že využívání informačních a komunikačních technologií výrazným způsobem ovlivní výuku třetího tisíciletí a bude nutné, aby studenti i učitelé s těmito rychle se rozvíjejícími prostředky udrželi krok. Moderní výukové pomůcky, jejichž význam roste, rychle vytlačují klasické výukové přístupy. Přikláníme se však k názoru, že zatracování tradičních forem a metod výuky a snaha být moderní za každou cenu není ve školství žádoucí. Vždyť i historie pedagogiky podává svědectví o tom, že přeceňování jakéhokoliv prvku ve výuce mělo pro výchovně vzdělávací proces většinou nepříznivé důsledky. Je proto důležité chápat počítačovou dynamickou vizualizaci učiva (přes všechny její výhody) jako pouze jednu z mnoha možností, jak učivo prezentovat. V mnoha případech budou zřejmě účinnější a dostupnější jiné didaktické prostředky a i tradiční přednáška s použitím tabule a křídly může být mnohdy vysoce efektivní a funkční.



Výzvou pro následující roky by měla být snaha překonávat tradiční verbální styly prezentace učiva na straně jedné a odolávat jednostrannému technologismu výuky na straně druhé (jak na to upozorňuje např. Štikar již v roce 1991 – viz obr. 8). Negativně lze hodnotit vyučovací jednotky jednostranně postavené na počítačové výuce a stejně tak i odmítání výhod, které počítače ve vyučování nabízejí. Je třeba hledat takový kompromis, který povede k pestrému využívání rozličných metod výuky, bude rozvíjet aktivní postoje studentů k prezentovanému učivu a zabraňovat jejich pasivitě. Přitom jednou z velmi účinných forem prezentace učiva může být v mnoha případech jeho vizualizace, a to nejen statická, ale i dynamická.

## 4 POUŽITÁ LITERATURA A ZDROJE

### Seznam použité české a slovenské literatury a zdrojů

ALTMAN, A. *Metody a zásady ve výuce biologie*. Praha: SPN, 1975. Bez ISBN.

BAKONYI, P. *Zásada názornosti a jak ji uplatňovat při šíření poznatků*. Praha: Osvětový dům v Praze, 1962. Bez ISBN.

BRADBURY, A. *Jak úspěšně prezentovat a přesvědčit*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 80-251-1622-0.

BOHONY, P. *Didaktická technológia*. Nitra: UKF, 2003. ISBN 80-8050-653-1.

BUDIŠ, J. *Video ve škole*. Brno: MU, 1991. Bez ISBN.

BYČKOVSKÝ, P. *Základy měření výsledků výuky*. Praha: ČVUT, 1982. Bez ISBN.

CIPRO, M. *Didaktická technika a pomůcky v socialistické škole, díl 2*. Praha: Státní pedagogické nakladatelství, 1977. Bez ISBN.

ČANDIK, M., CHUDY, J. Niektore vlastnosti obrazových informácií v multimediálnych edukačných materiáloch. *e-Pedagogium*, 2005, roč. 5, č. 1, s. 110-123. ISSN 1213-7758.

ČÁP, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: SPN, 1987. Bez ISBN.

ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.

DOSTÁL, J. *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc: Votobia, 2008. ISBN 978-80-7220-310-9.

DVOŘÁK, F. a kol. *Základy didaktiky biologie*. Brno: UJEP, 1982. Bez ISBN.

FELLNEROVÁ, I., KINCL, L., STONOVÁ, D. *Jak na PowerPoint*. Olomouc: UP, 2008. ISBN 978-80-244-1919-0.

FELLNEROVÁ, I., VINTER, V. *PowerPoint v pohybu*. Brno: VFU, 2010. ISBN 978-80-7305-101-3.

GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2010. ISBN-13: 978-80-7315-185-0.

HALÁKOVÁ, Z., PROKŠA, M., ŽOTANIOVÁ, K. Efektívnosť použitia prvkov vizualizácie v učebných úlohách z chémie. *Chemické rozhľady*, 2004, roč. 5, č. 4, s. 246-252. ISSN 1335-8391.

HALL, G. M. *Jak připravit úspěšnou přednášku*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-4229.

HAMLIN, J. S. *Grafika, animace - kouzla na webu*. Brno: Unis Publishing, 2000. ISBN: 80-86097-45-5.

HLAVÁČEK, L. Moderní pojetí výuky biologie člověka na ukázce smyslové soustavy. In *Mladí vedci 2010: zborník vedeckých prác doktorandov, mladých vedeckých a pedagogických pracovníkov* [CD-ROM]. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, 2010. ISBN 978-80-8094-742-2.

HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I. Simulace biologických dějů pomocí animací aneb co všechno dokáže PowerPoint. In *Sborník konference Alternativní metody výuky 2011*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 2011. ISBN 978-80-7435-104-4.

HRABÍ, L. Hodnocení grafické informace učebnic přírodopisu. *e-Pedagogium*, 2006, roč. 6, č. 1, s. 26-32. ISSN 1213-7499.

CHRÁSKA, M. *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.

CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.

JAKEŠ, T., MICHALÍK, P. Problematika tvorby vlastního simulačního programu. In *Alternativní metody výuky 2009*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009, s. 1-9. ISBN, 978-80-7041-515-3.

JANDOVÁ, L. *Počítačová výuka. Zásady tvorby výukových programů*. Plzeň: ZU, 1995. ISBN 80-7043-147-4.

JANKO, T., KNECHT, P. Vizuální prvky v učebnicích: přehledová studie česko-slovenských výzkumů. In RYBIČKOVÁ, M., HLADÍK, J. (Ed.), *Škola v proměnách: Učitel-žák-učivo*. [CD-ROM] Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. ISBN 978-80-7318-904-4.

JANOUSEK, J. a kol. *Metody sociální psychologie*. Praha: SPN, 1986. Bez ISBN.

KALHOUS, Z.; OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.

KERLINGER, F. N. *Základy výzkumu chování*. Praha: Academia, 1972. Bez ISBN.

KNECHT, P. Hodnocení učebnic zeměpisu z pohledu žáků 2. stupně ZŠ. In MAŇÁK, J., KLAPKO, D. (Ed.) *Učebnice pod lupou* (s. 85-96). Brno: Paido, 2006. ISBN 80-7315-124-3.

KOMENSKÝ, J. A. *Orbis Sensualium Pictus*. Hradec Králové: Národní muzeum, 1833. Bez ISBN.

KOMENSKÝ, J. A. *Didaktika velká*. Brno: Komenium, 1948. Bez ISBN.

KUBIATKO, M. Úroveň používania informačných a komunikačných technológií vo vyučovaní biológie. *Technológia vzdelávania, príloha Slovenský učiteľ*, 2005, roč. 13., č. 10, s. 14-15. ISSN 1335-003X.

- KUJAL, B. a kol. *Pedagogický slovník*. 1. díl. Praha: SPN, 1965. Bez ISBN.
- LEDVINKA, F. *Homo spectator. Dívat se a vidět*. Praha: Horizont, 1988. Bez ISBN.
- LICHVAROVÁ, M. *Multimédiá a počítačom podporované učenie sa*. Banská Bystrica: MPC, 2002. ISBN 80-8041-412-2.
- LISALOVÁ, J. Využití multimédií ve vzdělávání učitelů. In *Distanční vzdělávání v České republice – současnost a budoucnost: sborník příspěvků* [CD-ROM]. Praha: Centrum pro studium vysokého školství, 2006. ISBN 80-86302-36-9.
- MACEK, Z. Obraz jako didaktický prostředek. *Pedagogika*, 1984, č. 3, s. 453-469. Bez ISSN.
- MACEK, Z. Teorie didaktického obrazu a její využití při modernizaci vyučování. In KOUBA, L. et al. *Výzkum tvorby a využití materiálních didaktických prostředků pro školy základní a střední* (s. 114-135). Praha: SPN, 1986. Bez ISBN.
- MACEK, Z. Kognitivní strukturování dynamického videoterminálního obrazu. *Pedagogika*, 1988, roč. 38, č. 4, s. 427-437. ISSN 0031-3815.
- MALACH, J. Materiální didaktické prostředky. In KURELOVÁ, M. et al. *Pedagogika II*. Ostrava: Pedagogická fakulta OU, 1993. ISBN 80-7042-068-5.
- MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno: MU, 2003. ISBN 80-210-3123-9.
- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
- MAŇÁK, J. a kol. *Kapitoly z metodologie pedagogiky*. Brno: Masarykova univerzita, 1994. ISBN 80-210-1031-2.
- MAREŠ, J. Učení z obrazového materiálu. *Pedagogika*, 1995, roč. 45, č. 4, s. 318-327. ISSN 3330-3815.
- MAREŠ, J. Pedagogicko-psychologický výzkum založený na obrazovém materiálu. *Československá psychologie*, 2002, roč. 46, č. 2, s. 120-137. ISSN 0009-062X.
- MAREŠ, J. Učení z obrazového materiálu. In ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele* (s. 493-503). Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.
- MASŁOWSKI, O. *Didaktika biologie*. Olomouc: UP, 1990. Bez ISBN.
- MAŠEK, J. *Audiovizuální komunikace výukových médií*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7082-905-2.
- MIKOŠEK, M. *Technologie tvorby a využívání didaktických prostředků ve vzdělávání dospělých*. Ostrava: Ostravská univerzita, 2003. ISBN 80-7042-934-8.
- PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-7184-569-8

- PLUSKAL, M. *Teorie tvorby učebnic a metody jejich zhodnocení*. Habilitační práce, Přírodovědecká fakulta Univerzity Palackého v Olomouci, 1996.
- POSPÍŠIL, J., MICHAL, S. *Multimediální slovník aneb manuál milovníka multimédií*. Olomouc: Rubico, 2004. ISBN 80-7346-019-X.
- PRŮCHA, J. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média*. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-19-4.
- PRŮCHA, J. *Pedagogická encyklopedie*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-546-2.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
- PÝCHOVÁ, I. K funkci vizuálií v rozvoji osobnosti žáka. *Pedagogika*, 1990, roč. 40, č. 6, s. 669-684. Bez ISSN.
- ROŠTEJNSKÁ, M., KLÍMOVÁ, H. Zpracování chemických procesů v aplikaci PowerPoint. In *Alternativní metody ve výuce 2007*. Hradec Králové: Gaudeamus, UHK, 2007. s 34. ISBN 978-80-7041-129-2.
- ROŠTEJNSKÁ, M., KLÍMOVÁ, H. *Biochemické procesy v lidském organismu (Výukový program vytvořený v programu Microsoft PowerPoint)*. Praha: P. S. Leader, 2008. ISBN: 978-80-86561-84-4.
- RŮŽIČKA, E., RŮŽIČKOVÁ, B. *Technologie vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. ISBN 978-80-244-1732-5.
- ŘÍMAN, J a kol. *Malá československá encyklopedie. V. Svazek Pom-S*. Praha: Academia, 1987. Bez ISBN.
- SIKOROVÁ, Z. *Hodnocení a výběr učebnic v praxi*. Ostrava: OU, 2007. ISBN 978-80-7368-6.
- SKALKOVÁ, J. a kol. *Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu*. Praha: SPN, 1983. Bez ISBN.
- SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.
- SPOUSTA, V. *Vizualizace: gnostický a komunikační prostředek edukologických fenoménů*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4420-3.
- SPOUSTA, V. *Vizualizace vybraných problémů hraničních pedagogických disciplín*. Brno: Masarykova univerzita, 2010. ISBN 978-80-210-5296-3.
- STERNBERG, R. J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-376-5.
- STRNAD, E., UŽDIL, J., ŠVEC, O. *Školní obraz, jeho význam a užití*. Praha 1954. Bez ISBN.

ŠTIKAR, J. *Obrazová komunikace*. Praha: Univerzita Karlova, 1991. ISBN 0567-0387.

ŠVEC, Š. a kol. *Metodologie věd o výchově. Kvantitativně-scientické a kvalitativně-humanitní přístupy v edukačním výzkumu*. Brno: Paido, 2009. ISBN 978-807-315-192-8.

TOLLINGEROVÁ, D. Audiovizuální prostředky a jejich psychologické parametry. In TOLLINGEROVÁ, D., CIPRO, M. *Didaktická technika a pomůcky v socialistické škole. 2. díl* (s. 221-230). Praha: SPN, 1977. Bez ISBN.

TROJAN, S. *Lékařská fyziologie*. Praha: Grada, 2004. ISBN-10: 80-247-0512-5.

TUREK, I. *Učebné štýly a rozvoj schopností žiakov učiť sa*. Banská Bystrica: MPC, 2002. ISBN 80-8041-423-8.

UHER, J. *Hlavní zásady didaktické s ohledem na princip činné školy*. Praha: Nakladatel B. Kočí, 1926. Bez ISBN.

URBANOVÁ, K., ČTRNÁCTOVÁ, H. Program PowerPoint jako prostředek vizualizace učiva obecné chemie. In *Alternativní metody výuky 2007*. Hradec Králové: Gaudeamus, UHK, 2007. s. 52. ISBN: 978-80-7041-129-2.

VINTER, V. a kol. *Příručka pro začínající učitele biologie*. Šumperk: Trofix, 2009. ISBN 978-80-904309-4-5.

WAHLA, A. *Strukturní složky učebnic geografie*. Praha: SPN, 1983. Bez ISBN.

ZINČENKO, V. P. Problémy vizuální kultury. *Estetická výchova*, 1976, č. 5, s. 113-136. Bez ISBN.

ZINČENKO, V. P., VERGILES, N. J. *Utváření vizuálního obrazu*. Praha: Academia, 1975. Bez ISBN.

## **Seznam použité zahraniční literatury a zdrojů**

AINSWORTH, S. The Functions of Multiple Representations. *Computers and Education*, 1999, Vol. 33, No. 2-3, pp. 131-152. ISSN 0360-1315.

AINSWORTH, S., BIBBY, P. A., WOOD, D. J. Examining the Effects of Different Multiple Representational Systems in Learning Primary Mathematics. *Journal of the Learning Sciences*, 2002, Vol. 11, No. 1, pp. 25-62. ISSN 1939-2176.

AINSWORTH, S., Van LABEKE, N. Multiple Forms of Dynamic Representation. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3. ISSN 0959-4752.

AMADIEU, F., MARINÉ, C., LAIMAY, C. The Attention-Guiding Effect and Cognitive Load in the Comprehension of Animations. *Computers in Human Behaviour*, 2011, Vol. 27, No. 1, pp. 36-40. ISSN 0747-5632.

- ARGUEL, A., JAMET, E. Using Video and Static Pictures to improve Learning of Procedural Contents. *Computers in Human Behavior*, 2009, Vol. 25, No. 2, pp.354-359. ISSN 0747-5632.
- ATKINSON, R. C., SHIFFRIN, R. M. Human Memory: a Proposed System and its Control Processes. In SPENCE, K. W., SPENCE, J. T. (Eds.), *The Psychology of Learning and Motivation: Advances in Research and Theory (Vol. 2)*. New York: Academic Press, 1968, pp. 89-195. Without ISBN.
- AYRES, P., KALYUGA, S., MARCUS, N., SWELLER, J. The Conditions under which Instructional Animation may be Effective. Paper Presented at the International Workshop *Extending Cognitive Load Theory and Instructional Design to the Development of Expert Performance*, August 29-30, 2005. Heerlen, the Netherlands: Open University of the Netherlands.
- AYRES, P., PAAS, F. Making Instructional Animations More Effective: a Cognitive Load Approach. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 695-700, ISSN 0888-4080.
- BADDELEY, A. D. Working Memory. *Science, New Series*, 1992, Vol. 255, No. 5044, pp. 556-559. ISSN 0829-5735.
- BARAK, M., ASHKAR, T., DORI, Y. J. Learning Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Thinking and Motivation. *Computers & Education*, 2011, Vol. 56, No. 3, pp. 839-846. ISSN 0360-1315.
- BÉTRANCOURT, M. The Animation and Interactivity Principles in Multimedia Learning. In MAYER, R. E. (Ed.), *Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 287-296). New York: Cambridge University Press, 2005. ISBN 0-521-54751-2.
- BÉTRANCOURT, M., TVERSKY, B. Effect of Computer Animation on Users' Performance: a Review. *Travail-Humain*, 2000, Vol. 63, No. 4, pp. 311-329. ISSN 0041-1868.
- BODEMER, D., PLOETZNER, R., FEUERLEIN, I., SPADA, H. The Active Integration of Information during Learning with Dynamic and Interactive Visualizations. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, ISSN 0959-4752.
- BOUCHEIX, J. M., LOWE, R. K. An Eye Tracking Comparison of External Pointing Cues and Internal Continuous Cues in Learning with Complex Animations. *Learning and Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 2, pp. 123-135. ISSN 0959-4752.
- BOUCHEIX, J. M., SCHNEIDER, E. Static and Animated Presentations in Learning Dynamic Mechanical Systems. *Learning and Instruction*, 2009, Vol. 19, No. 2, pp. 112-127. ISSN 0959-4752.
- BOWER, G. H., THOMPSON-SCHILL, S., TULVING, E. Reducing Retroactive Interference: An Interference Analysis. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory & Cognition*, 1994, Vol. 20, No. 1., pp. 51-66. ISSN 0278-7393.

BRUNYÉ, T. T., TAYLOR, H. A., RAPP, D. N., SPIRO, A. B. Learning Procedures: The Role of Working Memory in Multimedia Learning Experiences. *Applied Cognitive Psychology*, 2006, Vol. 20, No. 7, pp. 917-940. ISSN 0888-4080.

CANHAM, M., HEGARTY, M. Effects of Knowledge and Display Design on Comprehension of Complex Graphics. *Learning & Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 2, pp. 155-166. ISSN 0959-4752.

CARNEY, R. N., LEVIN, J. R. Pictorial Illustrations still improve Students' Learning from Text. *Educational Psychology Review*, 2002, Vol. 14, No. 1, pp. 5-26. ISSN 1040-726X.

CATRAMBONE, R., SEAY, A. F. Using Animation to help Students Learn Computer Algorithms. *Human Factors*, 2002, Vol. 44, No. 3, pp. 495-511. ISSN 0018-7208.

CHANDLER, P. The Crucial Role of Cognitive Processes in the Design of Dynamic Visualizations. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 353-357. ISSN 0959-4752.

CHANDLER, P., SWELLER, J. Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 1991, Vol. 8, No. 4, pp. 293-332. ISSN 0737-0008.

CHANLIN, L. J. Attributes of Animations for Learning Scientific Knowledge. *Journal of Instructional Psychology*, 2000, Vol. 27, No. 4, pp. 228-238. ISSN 0094-1956.

CHANLIN, L. J. Formats and Prior Knowledge on Learning in a Computer-Based Lesson. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 2001, Vol. 17, No. 4, pp. 409-419. ISSN 0266-4909.

COHEN, C. A., HEGARTY, M. Individual Differences in Use of External Visualizations to Perform an Internal Visualization Task. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 701-711. ISSN 0888-4080.

CUTTING, J. E. Representing Motion in a Static Image: Constraints and Parallels in Art, Science, and Popular Culture. *Perception*, 2002, Vol. 31, No. 10, pp. 1165-1193. ISSN 0301-0066.

DALE, E. *Audiovisual Methods in Teaching*. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston, 1969. Without ISBN.

De KONING, B. B., TABBERS, H. K., RIKERS, R. M., PAAS, F. Attention Cueing as a Means to Enhance Learning from an Animation. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 731-746. ISSN 0888-4080.

DORI, Y. J., BARAK, M. Virtual and Physical Molecular Modeling: Fostering Model Perception and Spatial Understanding. *Educational Technology & Society*, 2001, Vol. 4, No. 1, pp. 61-74. ISSN 1436-4522.

EYSENCK, M. W., KEANE, M. T. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. New York: Psychology Press, 2005. ISBN-10: 0863775519.



FISCHER, S., LOWE, R. K., SCHWAN, S. Effects of Presentation Speed of a Dynamic Visualization on the Understanding of a Mechanical System. *Applied Cognitive Psychology*, 2008, Vol. 22, No. 8, pp. 1126-1141. ISSN 0888-4080.

GRANT, E. R., SPIVEY, M. J. Eye Movements and Problem Solving: Guiding Attention Guides Thought. *Psychological Science*, 2003, Vol. 14, No. 2, pp. 462-466. ISSN 0956-7976.

HARRISON, S. M. A Comparison of Still, Animated, or Non Illustrated On-Line Help with Written or Spoken Instructions in a Graphical User Interface. In KATZ, I. R., MACK, R., MARKS, L., ROSSON, M. B., NIELSEN, J. (Eds.), *Proceedings of the ACM Conference on Human Factors in Computing Systems* (pp. 82-89). Denver, CO: ACM, 1995. Without ISBN.

HASLER, B. S., KERSTEN, B., SWELLER, J. Learner Control, Cognitive Load and Instructional Animation. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 713-729. ISSN 0888-4080.

HEGARTY, M. Mental Animation: Inferring Motion from Static Displays of Mechanical Systems. *Journal of Experimental Psychology: Learning, Memory, and Cognition*, 1992, Vol. 18, No. 5, pp. 1084-1102. ISSN 0278-7393.

HEGARTY, M. Dynamic Visualizations and Learning: Getting to the Difficult Questions. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 343-351. ISSN 0959-4752.

HEGARTY, M., KRIZ, S., CATE, C. The Roles of Mental Animations and External Animations in Understanding Mechanical Systems. *Cognition and Instruction*, 2003, Vol. 21, No. 4, pp. 325-360. ISSN 0737-0008.

HIDRIO, C., JAMET, É. Compréhension d'un Dispositif Technique: Apports d'Une Illustration Dynamique et des Traitements Multiples (Comprehension of Technical Device: Impact of a Dynamic Illustrations and of Multiple Processing). *Psychologie Francaise*, 2002, Vol. 47, No. 1, pp. 61-67. ISSN 0033-2984.

HÖFFLER, T. N. *Animation, Simulation oder Standbilder? Zur Wirkung Interaktiver Animationen auf das Verstaendnis Komplexer Biologischer Prozesse (Animation, Simulation or Static Pictures? Concerning the Effectiveness of Interactive Animations upon the Comprehension of Complex Biological Processes)*. Unpublished diploma thesis, University of Kiel, Germany, 2003.

HÖFFLER, T. N., LEUTNER, D. Instructional Animation versus Static Pictures: A Meta-analysis. *Learning and Instruction*, 2007, Vol. 17, No. 10, pp. 722-738. ISSN 0959-4752.

HÖFFLER, T. N., LEUTNER, D. The Role of Spatial Ability in Learning from Instructional Animations – Evidence for an Ability-as-Compensator Hypothesis. *Computers in Human Behaviour*, 2011, Vol. 27, No. 1, pp. 209-216. ISSN 0747-5632.

- HÖFFLER, T. N., PRECHTL, H., NERDEL, C. The Influence of Visual Cognitive Style when Learning from Instructional Animations and Static Pictures. *Learning & Individual Differences*, 2010, Vol. 20, No. 5, pp. 479-483. ISSN 1041-6080.
- HUTCHINS, E. L., HOLLAN, J. D., NORMAN, D. A. Direct Manipulation Interfaces. In NORMAN, D. A., DRAPER, S. (Eds.), *User Centered System Design: Perspectives on Human Computer Interaction* (pp. 87-124). Hillsdale, NJ: Lawrence Erlbaum Associates, 1986. Without ISBN.
- KABLAN, Z., ERDEN, M. Instructional Efficiency of Integrated and Separated Text with Animated Presentations in Computer-Based Science Instruction. *Computer & Education*, 2008, Vol. 51, No. 2, pp. 660-668. ISSN 0360-1315.
- KALYUGA, S. Expertise Reversal Effect and its Implications for Learner-Tailored Instruction. *Educational Psychology Review*, 2007, Vol. 19, No. 4, pp. 509-539. ISSN 1040-726X.
- KALYUGA, S., CHANDLER, P., SWELLER, J. Managing Split-Attention and Redundancy in Multimedia Instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 1999, Vol. 13, No. 4, pp. 351-371. ISSN 0888-4080.
- KINZIE, C. K., SHERWOOD, R. D., LOOFBOURROW, M. Simulation Software versus Expository Texts: a Comparison of Retention across two Instructional Tools. *Reading Research and Instruction*, 1989, Vol. 28, No. 2, pp. 41-49. ISSN 0886-0246.
- KIRSCHNER, P. A., AYRES, P., CHANDLER, P. Contemporary Cognitive Load Theory Research: the Good, the Bad and the Ugly. *Computers in Human Behaviour*, 2011, Vol. 27, No. 1, p. 99-105. ISSN 0747-5632.
- KOMBARTZKY, U., PLOETZNER, R., SCHLAG, S., METZ, B. Developing and Evaluating a Strategy for Learning from Animations. *Learning and Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 5, pp. 424-433. ISSN 0959-4752.
- KOSSLYN, S. Understanding Charts and Graphs. *Applied Cognitive Psychology*, 1989, Vol. 3, No. 3, pp. 185-225. ISSN 0888-4080.
- KÜHL, T., SCHEITER, K., GERJETS, P., GEMBALLA, S. Can Differences in Learning Strategies Explain the Benefits of Learning from Static and Dynamic Visualizations? *Computers & Education*, 2011, Vol. 56, pp. 176-187. ISSN 0360-1315.
- KÜHL, T., SCHEITER, K., GERGETS, P., EDELMANN, J. The Influence of Text Modality on Learning with Static and Dynamic Visualizations. *Computers in Human Behaviour*, 2011, Vol. 27, pp. 27-35. ISSN 0747-5632.
- LAI, S. L. Increasing Associative Learning of Abstract Concepts through Audiovisual Redundancy. *Journal of Educational Computing Research*, 2000, Vol. 23, No. 3, pp. 275-289. ISSN 0735-6331.

- LARGE, A., BEHESHTI, J., BREALEUX, A., RENAULD, A. Effect of Animation in Enhancing Descriptive and Procedural Texts in a Multimedia Learning Environment. *Journal of the American Society for Information Science*, 1996, Vol. 47, No. 6, pp. 437-448, ISSN 0002-8231.
- LAZAROWITZ, R., HUPPERT, J. Science Process Skills of 10th Grade Biology Students in a Computer-Assisted Learning Setting. *Journal of Research on Computing in Education*, 1993, Vol. 25, No. 3., pp. 366-382. ISSN 0888-6504.
- LEVIE, W. H., LENTZ, R. Effects of Text Illustrations: a Review of Research. *Educational Communication and Technology Journal*, 1982, Vol. 30, No. 4, pp. 195-232. ISSN 0001-2890.
- LEVIN, J. R., ANGLIN, G. J., CARNEY, R. N. On Empirically Validating Functions of Pictures in Prose. In WILLOWS, D. M. HOUGHTON, H. A. (Eds.), *The Psychology of Illustration: I. Basic Research* (pp. 51-85). New York: Springer, 1987. Without ISBN.
- LEWALTER, D. Cognitive Strategies for Learning from Static and Dynamic Visuals. *Learning and Instruction*, 2003, Vol. 13, No. 2, pp. 177-189. ISSN 0959-4752.
- LIN, L., ATKINSON, R. Using Animations and Visual Cueing to support Learning of Scientific Concepts and Processes. *Computers & Education*, 2011, Vol. 56, No. 3, pp. 650-658. ISSN 0360-1315.
- LOWE, R. K. Constructing a Mental Representation from an Abstract Technical Diagram. *Learning and Instruction*, 1993, Vol. 3, No. 3, pp. 157-179. ISSN 0959-4752.
- LOWE, R. K. Selectivity in Diagrams: Reading Beyond the Lines. *Educational Psychology*, 1994, Vol. 14, No. 4, pp. 467-491. ISSN 0144-3410.
- LOWE, R. K. Background Knowledge and the Construction of a Situational Representation from a Diagram. *European Journal of Psychology of Education*, 1996, Vol. 11, No. 4, pp. 377-397. ISSN 0256-2928.
- LOWE, R. K. Extracting Information from an Animation during Complex Visual Learning. *European Journal of Psychology of Education*, 1999, Vol. 14, No. 2, pp. 225-244. ISSN 0256-2928.
- LOWE, R. K. *Beyond „Eye-Candy“: Improving Learning with Animations* [online]. Apple University Consortium, 2001 [cit. 10. 7. 2011]. Available from WWW: < [http://auc.uow.edu.au/conf/conf01/downloads/AUC2001\\_Lowe.pdf](http://auc.uow.edu.au/conf/conf01/downloads/AUC2001_Lowe.pdf) >.
- LOWE, R. K. Animation and Learning: Selective Processing of Information in Dynamic Graphics. *Learning and Instruction*, 2003, Vol. 13, No. 2, pp. 157-176. ISSN 0959-4752.
- LOWE, R. K. Interrogation of a Dynamic Visualization During Learning. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 257-274. ISSN 0959-4752.

- LUSK, M. M., ATKINSON, R. K. Animated Pedagogical Agents: Does their Degree of Embodiment Impact Learning from Static or Animated Worked Examples? *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 747-764. ISSN 0888-4080.
- MAASA, L., MAYER, R. E. Testing the ATI Hypothesis: Should Multimedia Instruction Accommodate Verbalizer-Visualizer Cognitive Style? *Learning and Individual Differences*, 2006, Vol. 16, No. 4, pp. 321-335. ISSN 1041-6080.
- MATHEWS, G. G. *Neurobiology. Molecules, Cells and Systems*. New York: Wiley-Blackwell, 2001. ISBN-13: 978-063-2044-962.
- MAYER, R. E. Multimedia Learning: are we asking the Right Questions? *Educational Psychologist*, 1997, Vol. 32, No. 1, pp. 1-19. ISSN 0046-1520.
- MAYER, R. E. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 0-52178-749-1.
- MAYER, R. E. Cognitive Theory of Multimedia Learning. In MAYER, R. E. (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31-48). Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN: 0-521-54751-2.
- MAYER, R. E., CHANDLER, P. When Learning is just a Click Away: does Simple User Interaction foster Deeper Understanding of Multimedia Messages? *Journal of Educational Psychology*, 2001, Vol. 93, No. 2, pp. 390-397. ISSN 0022-0663.
- MAYER, R. E., De LEEUW, K. E., AYRES, P. Creating Retroactive and Proactive Interference in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, 795-809. ISSN 0888-4080.
- MAYER, R. E., HEGARTY, M., MAYER, S., CAMPBELL, J. When Static Media Promote Active Learning: Annotated Illustrations versus Narrated Animations in Multimedia Instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2005, Vol. 11, No. 4, pp. 256-265. ISSN 1076-898X.
- MAYER, R. E., MAASA, L. Three Facets of Visual and Verbal Learners: Cognitive Ability, Cognitive Style, and Learning Preference. *Journal of Educational Psychology*, 2003, Vol. 95, No. 4, pp. 833-841. ISSN 0022-0663.
- MAYER, R. E., MORENO, R. A Split-Attention Effect in Multimedia Learning: Evidence for Dual Processing Systems in Working Memory. *Journal of Educational Psychology*, 1998, Vol. 90, No. 2, pp. 312-320. ISSN 0022-0663.
- MAYER, R. E., MORENO, R. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 2002, Vol. 14, No. 1, pp. 87-99. ISSN 1040-726X.
- MAYER, R. E., SIMS, V. K. For Whom is a Picture Worth a Thousand Words? Extensions of a Dual-Coding Theory of Multimedia Learning. *Journal of Educational Psychology*, 1994, Vol. 86, No. 3, pp. 389-401. ISSN 0022-0663.

McCLEAN, R., JOHNSON, C., ROGERS, R., DANIELS, L., REBER, J., SLATOR, B. M., TERPSTRA, J., WHITE, A. Molecular and Cellular Biology Animations: Development and Impact on Student Learning. *Cell Biology Education*, 2005, Vol. 4, No. 2, pp. 169-179. ISSN 1536-7509.

MEYER, K., RASCH, T., SCHNOTZ, W. Effects of Animation's Speed of Presentation on Perceptual Processing and Learning. *Learning and Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 2, pp. 136-145. ISSN 0959-4752.

MIKK, J. *Textbook: Research and Writing*. Frankfurt am Main: Peter Lang GmbH, 2000. ISBN 3-631-36335-4.

MILLER, G. A. The Magical Number Seven, Plus or Minus Two: Some Limits on our Capacity for Processing Information. *Psychological Review*, 1956, Vol. 63, No. 2, pp. 81-97. ISSN 0033-295X.

MORENO, R. Optimizing Learning from Animations By Minimising Cognitive Load: Cognitive and Affective Consequences of Signalling and Segmentation Methods. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, 765-781. ISSN 0888-4080.

MORENO, R., MAYER, R. E. Cognitive Principles of Multimedia Learning: The Role of Modality and Contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 1999, Vol. 91, No. 2, pp. 358-368. ISSN 0022-0663.

MÜSSELER, J., RICKHEIT, G., STROHNER, H. Influences of Modality, Text Difficulty, and Processing Control of Inferences in Text Processing. In RICKHEIT, G., STROHNER, H. (Eds.) *Inferences in Text Processing* (pp. 247-271). Amsterdam: North-Holland, 1985. Without ISBN.

NAJJAR, L. J. Principles of Educational Multimedia User Interface Design. *Human Factors*, 2007, Vol. 40, No. 2, pp. 311-323. ISSN 1547-8181.

NARAYANAN, N. H., HEGARTY, M. Multimedia Design for Communication of Dynamic Information. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2002, Vol. 57, No. 4, pp. 279-315. ISSN 1071-5819.

NERDEL, C. *Die Wirkung von Animation und Simulation auf das Verstaendnis von stoffwechselphysiologischen Prozessen (The Influence of Animation and Simulation on the Comprehension of Physiological Metabolism)*. Doctoral dissertation, University of Kiel, Germany, 2003.

NICHOLLS, C., MERKEL, S. The Effect of Computer Animation on Students' Understanding of Microbiology. *Journal of Research on Computing in Education*, 1996, Vol. 28, No. 3, pp. 359-372. ISSN 0888-6504.

O'DAY, D. H. Animated Cell Biology: A Quick & Easy Method for Making Effective High-quality Teaching Animations. *CBE: Life Sciences Education*, 2006, Vol. 5, No. 3. pp. 155-163. ISSN 1931-7913.

O'DAY, D. H. The value of Animations in Biology Teaching: A Study of Short-term and Long-term Memory Retention. *CBE: Life Sciences Education*, 2007, Vol. 6, No. 3, pp. 217-223. ISSN 1931-7913.

PAAS, F., RENKL, A., SWELLER, J. Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 2003, Vol. 38, No. 1, pp. 1-4. ISSN 0046-1520.

PAAS, F., VAN GERVEN, P. V. M., WOUTERS, P. Instructional Efficiency of Animation: Effects of Interactivity through Mental Reconstruction of Static Key Frames. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 783-793. ISSN 0888-4080.

PAIVIO, A. *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Oxford University Press, 1986. Without ISBN.

PALMITER, S., ELKERTON, J. Animated Demonstrations for Learning Procedural Computer-Based Tasks. *Human-Computer Interaction*, 1993, Vol. 8, No. 3, pp. 193-216. ISSN 0737-0024.

PARK, O., HOPKINS, R. Instructional Conditions for Usune Dynamic Visual Display: A Review. *Instructional Science*, 1992, Vol. 21, No.6, pp. 1-24. ISSN 0011-8557.

PARK, B., MORENO, R., SEUFERT, T., BRÜNKEN, R. Does Cognitive Load moderate the Seductive Details Effect? A Multimedia Study. *Computers in Human Behavior*, 2011, Vol. 27, No. 1, pp. 5-10. ISSN 0747-5632.

PEECK, J. The Role of Illustration in Processing and Remembering Illustrated Text. In WILLOWS, D. M., HOUGHTON, H. A. (Eds.), *The Psychology of Illustration. Vol. 1* (pp. 115-151). New York: Springer Verlag, 1987. ISBN 978-3-540-87729-5.

PLAAS, J. L., CHUN, D., MAYER, R. E, LEUTNER, D. Cognitive Load in Reading Foreign Language Text with Multimedia Aids and the Influence of Verbal and Spatial Abilities. *Computers in Human Behaviour*, 1998, Vol. 19, No. 2, pp. 211-220. ISSN 0747-5632.

PLOETZNER, R., LOWE, R. Dynamic Visualization and Learning. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 235-240. ISSN 0072-1077.

PROSSER, J. *Image-Based Research: A Sourcebook for Qualitative Researchers*. London: Routledge, 1998. ISBN-10: 075070649X.

REBETEZ, C., BÉTRANCOURT, M., SANGUIN, M., DILLENBOURG, P. *Collaborer Pour Mieux Apprendre d'une Animation. (Collaborating for Better Learning from Animation)*. Paper presented at the 17e Conférence en Interaction Homme-Machine. Toulouse, France, 2005.

RIDING, R. J., DOUGLAS, G. The Effect of Cognitive Style and Mode of Presentation on Learning Performance. *British Journal of Educational Psychology*, 1993, Vol. 63, No. 2, pp. 297-307. ISSN 0007-0998.

RIEBER, L. P., HANNAFIN, M. J. The Effects of Orienting Activities, Cueing, and Practice on Learning of Computer-Based Instruction. *Journal of Educational Research*, 1987, Vol. 81, No. 1., pp. 48-53. ISSN 0022-0671.

RIEBER, L. P., KINI, A. S. Theoretical Foundations of Instructional Applications of Computer-Generated Animated Visuals. *Journal of Computer-Based Instruction*, 1991, Vol. 18, No. 3., pp. 83-88. ISSN 0098-597X.

RIEBER, L. P., TZENG, S. C., TRIBBLE, K. Discovery Learning, Representation, and Explanation Within a Computer-Based Simulation: Finding the Right Mix. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 307-323. ISSN 0959-4752.

SANCHEZ, C. A., WILEY, J. An Examination of the Seductive Details Effect in Terms of Working Memory Capacity. *Memory and Cognition*, 2006, Vol. 34, No. 2, pp. 344-355. ISSN 0090-502X.

SCAIFE, J., ROGERS, Y. External Cognition: how do Graphical Representations work? *International Journal of Human-Computer Studies*, 1996, Vol. 45, No. 2, pp. 185-213. ISSN 1071-5819.

SCHNEIDER, E. *Améliorer la Compréhension des Processus Dynamiques avec des Animations Interactives (Improving Comprehension of Dynamic Processes with Interactive Animations)*. Unpublished doctoral dissertation, University of Bourgogne, France, 2007.

SCHNOTZ, W., BANNERT, M. Construction and Interference in Learning from Multiple Representations. *Learning and Instruction*, 2003, Vol. 13, No. 2, pp. 141-156. ISSN 0959-4752.

SCHNOTZ, W., BOCKHELER, J., GRZONDIEL, H. Individual and Cooperative Learning with Interactive Animated Pictures. *European Journal of Psychology and Education*, 1999, Vol. 14, p. 245-265. ISSN 0256-2928.

SCHNOTZ, W., LOWE, R. A Unified View of Learning from Animated and Static Graphics. In LOWE, R. K., SCHNOTZ, W. (Eds.), *Learning with Animation: Research and Design Implications* (pp. 304-356). Cambridge: Cambridge University Press, 2008. ISBN-10: 0521851890.

SCHNOTZ, W., RASCH, T. Enabling, Facilitating, and Inhibiting Effects of Animations in Multimedia Learning: Why Reduction of Cognitive Load can have Negative Results on Learning. *Educational Technology: Research and Development*, 2005, Vol. 53, No. 3, pp. 47-58. ISSN 1042-1629.

SCHWAN, S., RIEMPP, R. The Cognitive Benefits of Interactive Videos. Learning to tie Nautical Knots. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 293-305, ISSN 0959-4752.

SIMONS, D. J., FRANCONERI, S. L., REIMER, R. L. *Change Blindness in the Absence of a Visual Disruption*. *Perception*, 2000, Vol. 29, No. 10, pp. 1143-1154. ISSN 1122-0207.

SIMONS, D. J., LEVIN, D. T. Change Blindness. *Trends in Cognitive Science*, 1997, Vol. 1, No. 7, pp. 261-267. Without ISSN.

SPANJERS, I. A. E., WOUTERS, P., Van GOG, T., Van MERRIËNBOER, J. J. G. An Expertise Reversal Effect of Segmentation in Learning from Animated Worked-Out Examples. *Computers in Human Behavior*, 2011, Vol. 27, No. 1, pp. 46-52. ISSN 0747-5632.

STITH, B. J. Use of Animation in Teaching Cell Biology. *Cell Biology Education*, 2004, Vol. 3, No. 3, pp.181-188. ISSN 1931-7913.

SWELLER, J. Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 1994, Vol. 4, No. 4, pp. 295-312. ISSN 0959-4752.

SWELLER, J. Evolution of Human Cognitive Architecture. In ROSS, B. (Ed.), *The Psychology of Learning and Motivation* (pp. 215-266). San Diego: Academic Press, 2003. ISBN 0-12-543343-3.

SWELLER, J., Van MERRIËNBOER, J. J. G., PAAS, F. Cognitive Architecture and Instructional Design. *Educational Psychology Review*, 1998, Vol. 10, No. 3, pp. 251-296. ISSN 1040-726X.

TVERSKY, B., MORRISON, J. B., BÉTRANCOURT, M. Animation: can it facilitate? *International Journal of Human Computer Studies*, 2002, Vol. 57, No. 4, pp. 247-262. ISSN 1071-5819.

Van MERRIËNBOER, J. J. G., AYRES, P. Research on Cognitive Load Theory and its Design Implications for E-learning. *Educational Technology, Research and Development*, 2005, Vol. 53, No. 3, pp. 5-13. ISSN 1042-1629.

YANG, E. M., ANDRE, T., GREENBOWE, T. Y. Spatial Ability and the Impact of Visualization/Animation on Learning Electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 2003, Vol. 25, No. 3, pp. 329-349. ISSN 0950-0693.



## Seznam tabulek

- Tab. 1 Pořadí deseti nejčastěji doporučovaných skript pro studium předmětu fyziologie člověka na vysokých školách v ČR
- Tab. 2 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin K, L, M, N
- Tab. 3 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin K, L, M, N
- Tab. 4 Kruskalův – Wallisův test pro výsledky vstupního testu u skupin K, L, M a N
- Tab. 5 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin O, P
- Tab. 6 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin O, P
- Tab. 7 Studentův t-test pro výsledky vstupního testu u skupin O, P
- Tab. 8 Srovnání výsledků experimentálních (K+M) a kontrolních (L+N) skupin (učivo 1, ZS)
- Tab. 9 Srovnání výsledků experimentální skupiny P a kontrolní skupiny O (učivo 2, ZS)
- Tab. 10 Výsledky mužů a žen ve vstupním testu (ZS; skupiny K, L, M, N, O, P)
- Tab. 11 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (experimentální skupiny K+M)
- Tab. 12 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (kontrolní skupiny L+N)
- Tab. 13 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (experimentální skupina P)
- Tab. 14 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (kontrolní skupina O)
- Tab. 15 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin R, S, T, U
- Tab. 16 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin R, S, T, U
- Tab. 17 Průměrný počet bodů ve vstupním testu u skupin R, S, T
- Tab. 18 Jednofaktorová analýza rozptylu pro výsledky vstupního testu u skupin R, S, T
- Tab. 19 Kruskalův – Wallisův test pro výsledky vstupního testu u skupin R, S, T
- Tab. 20 Srovnání výsledků experimentální skupiny (R) a kontrolní skupiny (S) (učivo 1, učitel X, LS)
- Tab. 21 Srovnání výsledků experimentální skupiny (S) a kontrolní skupiny (R) (učivo 2, učitel X, LS)
- Tab. 22 Srovnání výsledků všech experimentálních skupin a všech kontrolních skupin (učivo 1, učitelé X, Y; LS)
- Tab. 23 Srovnání výsledků všech experimentálních skupin a všech kontrolních skupin (učivo 2, učitelé X, Y; LS)
- Tab. 24 Výsledky mužů a žen ve vstupním testu (LS; skupiny R, S, T)
- Tab. 25 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace (LS; skupina S)
- Tab. 26 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace (LS; skupiny R, T)
- Tab. 27 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace (LS; skupiny R, T)

- Tab. 28 Pohlaví studentů vs. jejich úspěšnost v didaktickém testu na učivo 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace (LS; skupina S)
- Tab. 29 Průměrný počet správně řešených úloh ověřujících vědomosti studentů (učivo 1, 2; LS)
- Tab. 30 Úspěšnost v úlohách ověřujících vědomosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 1, LS)
- Tab. 31 Úspěšnost v úlohách ověřujících vědomosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 2, LS)
- Tab. 32 Průměrný počet správně řešených úloh ověřujících dovednosti studentů (učivo 1, 2; LS)
- Tab. 33 Úspěšnost v úlohách ověřujících dovednosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 1, LS)
- Tab. 34 Úspěšnost v úlohách ověřujících dovednosti vs. aplikovaná forma vizualizace učiva (Učivo 2, LS)
- Tab. 35 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (experimentální skupina R+T)
- Tab. 36 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 1 (kontrolní skupina S)
- Tab. 37 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (experimentální skupina S)
- Tab. 38 Výsledky vstupního testu vs. testu na učivo 2 (kontrolní skupina R+T)

### Seznam obrázků

- Obr. 1 Kužel zkušenosti (podle Dale, 1969; upraveno)
- Obr. 2 Rozdíly v zapojení smyslových receptorů v přirozených situacích a v tradiční výuce (graficky zpracováno na základě Kalhouse a Obsta, 2002)
- Obr. 3 Grafické znázornění komponent výuky (podle Maňáka, 2003)
- Obr. 4 Systém didaktických prostředků (podle Dostála, 2008; upraveno)
- Obr. 5 Systém učebních pomůcek (podle Dostála, 2008; graficky upraveno)
- Obr. 6 Faktory ovlivňující výběr učební pomůcky do výuky (podle Bohonyho, 2003; graficky upraveno)
- Obr. 7 Srovnání statické a dynamické vizualizace vybraného fyziologického procesu (obr. vlevo: převzato a přeloženo z Mathews, 2001, s. 83; obr. vpravo: vlastní tvorba autora disertační práce)
- Obr. 8 Kopie ilustrace z publikace Štikara (1991, s. 52)

### Seznam zkratek

CLT = teorie kognitivní zátěže („*cognitive load theory*“)

CTML = kognitivní teorie multimediálního vyučování („*cognitive theory of multimedia learning*“)

DCT = teorie duálního kódování („*dual coding theory*“)

ECL = „*extraneous cognitive load*“

GCL = „*germane cognitive load*“

ICL = „*intrinsic cognitive load*“

IKT (ICT) = informační a komunikační technologie („*information and communication technology*“)

LS = letní akademický semestr

LTM = dlouhodobá paměť („*long-term memory*“)

STM = krátkodobá paměť („*short-term memory*“)

WM = pracovní paměť („*working memory*“)

ZS = zimní akademický semestr

## Anotace disertační práce

**Název práce:** Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie

**Jméno autora:** Mgr. Lukáš Hlaváček

**Studijní obor:** Pedagogika

**Pracoviště:** Pedagogická fakulta Univerzity Palackého v Olomouci

**Školitel:** RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.

**Počet stran celkem:** 193

**Počet příloh:** 8 (35 stran)

**Rok obhajoby:** 2012

**Klíčová slova:** didaktický obraz, dynamická vizualizace, experiment, multimédia, statická vizualizace, výuka fyziologie člověka, výuková animace

**Resumé:** Disertační práce se zabývá problematikou výuky fyziologie na vysokých školách a řeší otázky konstrukce a účinnosti výukových animací v kontrastu ke statickým didaktickým obrazům. Teoretická část rozpracovává problematiku didaktického obrazu a vizualizace ve výchovně vzdělávacích souvislostech, se zaměřením na počítačovou statickou a dynamickou vizualizaci učiva. Hlavním cílem empirického výzkumu bylo zjištění rozdílu v účinnosti statické a dynamické vizualizace učiva fyziologie člověka. Výzkum byl realizován v prostředí výuky na vysoké škole a měl podobu experimentu, do něhož bylo zapojeno celkem 10 skupin studentů (tvořících experimentální a kontrolní skupiny) a 2 učitelé. Experiment časově zasahoval do průběhu 2 akademických semestrů, přičemž v každém semestru zahrnovala experimentální výuka výklad dvou tematických učebních celků (vždy formou statické/dynamické vizualizace). Vlastnímu experimentu předcházela konstrukce a ověřování několika typů didaktických testů, pomocí nichž byla zjišťována účinnost testovaných výukových metod. Výzkumem bylo zjištěno, že ve většině dílčích porovnávání se dynamická vizualizace prokázala jako účinnější než vizualizace statická. Kromě toho bylo také zkoumáno, jakou roli hrají v účinnosti vizualizace faktory jako pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků. Výsledky výzkumu doplňují řadu zahraničních studií v dané oblasti a přinášejí další vhled do aktuální problematiky využívání statických a dynamických počítačových obrazů ve škole. Disertační práce vyzvedává důležitost terciární didaktiky a pokouší se přispět k modernizaci a zkvalitňování vysokoškolské výuky biologických oborů.

## Summary of Dissertation

**Title:** Static and Dynamic Visualization in Teaching of Physiology

**Author's name:** Mgr. Lukáš Hlaváček

**Subject of the study:** Pedagogic

**Workplace:** Pedagogical Faculty of the University of Olomouc

**Tutor:** RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.

**Page number:** 193

**Enclosure number:** 8 (35 pages)

**Year of advocacy:** 2012

**Key words:** didactic picture, dynamic visualization, education of physiology, educational animation, experiment, multimedia, static visualization

**Résumé:** This thesis deals with the teaching of physiology at university, and addresses the issues of design and efficiency of teaching animation in contrast to static didactic images. The theoretical part of the issues elaborated didactic image and display in the educational context, with a focus on computer static and dynamic visualization of the curriculum. The main aim of the empirical research was to determine the difference in the effectiveness of static and dynamic visualization of human physiology curriculum. The research was conducted in an environment of teaching at the high school and took the form of an experiment in which were involved in a total of 10 groups of students (making up experimental and supervisory groups) and 2 teachers. Experiment time interfered in the two academic semesters, with each semester include the experimental teaching interpretation of two thematic teaching units (always in the form of a static/dynamic visualization). The actual experiment was preceded construction and validation of several types of educational tests, which were determined by the effectiveness of tested teaching methods. Research has shown that, in comparison with the most partial dynamic visualization proved more effective than static visualization. Furthermore, role in the effectiveness of visualization was examined and shows factors such as gender students, their knowledge of the input, and the type of test problems from the standpoint of acquiring knowledge. The research results complement a number of foreign studies in the area and provide further insight into the current issues of the use of static and dynamic images in a computer school. Dissertation highlights the importance of tertiary didactics and tries to contribute to the modernization and improvement of university teaching biological disciplines.

## Annotation der Dissertationsarbeit

**Titel:** Statische und dynamische Visualisation im Unterricht der Physiologie

**Author:** Mgr. Lukáš Hlaváček

**Fachrichtung:** Pädagogie

**Arbeitsstelle:** Pädagogische Fakultät der Palacky Universität

**Instrukteur:** RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.

**Insgesamte Seitenzahl:** 193

**Anzahl der Anlagen:** 8 (35 Seiten)

**Jahr der Verteidigung:** 2012

**Schlüsselwörter:** didaktisches Bild, dynamische Visualisation, Experiment, Multimedien, statische Visualisation, Unterricht der Physiologie des Menschen, Unterrichtsanimation

**Resümee:** Diese Dissertationsarbeit beschäftigt sich mit der Problematik des Unterrichts der Physiologie an den Universitäten und löst Fragen der Konstruktion und der Wirkungskraft der Unterrichtsanimationen im Gegensatz zu statischen didaktischen Bildern. Das theoretische Teil beschäftigt sich mit der Problematik des didaktischen Bildes und mit der Visualisation aus dem pädagogischen Aspekt. Dabei konzentriert es sich auf die Computervisualisation des Lehrstoffes – und zwar statisch und dynamisch. Das Hauptziel dieser empirischen Forschung war der Unterschied der Wirkungskraft von statischen und dynamischen Visualisation des Lehrstoffes über Physiologie des Menschen. Die Forschung wurde im Unterricht an der Unversität realisiert und hatte die Form eines Experiments. Diese Forschung haben insgesamt 10 Gruppen von Studenten (bildung experimentelle und Kontrollgruppe) und 2 Lehrer bearbeitet. Der Versuch ist während 2 akademischen Semester verliefen. In jedem Semester hat sich der experimentelle Unterricht mit der Ausdeutung von zwei thematischen Lehrteilen beschäftigt (immer in Form statisch/dynamisch der Visualisierung). Vor dem eigentlichen Experiment wurde die Konstruktion gebildet, und einige Typen der didaktischen Tests wurden überprüft. Mit diesen Überprüfungen wurde die Wirkungskraft der Lehrmethoden festgestellt. Es wurde festgestellt, dass in meisten der Vergleichen die dynamische Visualisation mehr wirksam ist als die statische Visualisation. Außerdem wurde auch geforscht, welche Rolle für die Wirkungskraft der Visualisatin solche Faktoren spielen wie das Geschlecht der Studenten, ihre anfängliche Erkenntnisse, der Typ der Tests aus dem Aspekt des Niveau des Gewinn der Erkenntnisse. Ergebnisse dieser Forschung ergänzen eine ganze Reihe von ausländischen Studien in diesem Gebiet und bringen einen neuen Einblick auf die aktuelle Problematik bei der Ausnutzung der statischen und dynamischen Computerbilder in Schulen. Die Dissertationsarbeit betont die Bedeutung der tertiären Didaktik und versucht einen Beitrag zu der Modernisation und Verbesserung des Unterrichts der biologischen Fächer an den Universitäten zu leisten.

## Publikační a grantová činnost autora disertační práce

### Publikační činnost

#### Sborníky konferencí

**HLAVÁČEK, L.** Demonstrace živočišných orgánů v propojení s výukovými PC animacemi jako názorná metoda výuky biologie. In *Sborník studentské vědecké a odborné činnosti PdF UP 2011*. Olomouc: Pedagogická fakulta UP, 2011. [umístění v sekci pedagogických: 1. místo]

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Výukové animace v biologii. In *Sborník konference Počítač ve škole 2011*. Nové Město na Moravě: Gymnázium Vincence Makovského, 2011.

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Simulace biologických dějů pomocí animací aneb co všechno dokáže PowerPoint. In *Sborník konference Alternativní metody výuky 2011*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 2011.

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Dynamická vizualizace v moderní výuce fyziologie živočichů. In *Zoologické dny Brno 2011: sborník abstraktů z konference 17. - 18. února 2011*. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, 2011.

**HLAVÁČEK, L.** Dynamická vizualizace ve výuce fyziologie. In *Sborník XIII. ročníku mezinárodní studentské vědecké konference Aktuální problémy pedagogiky ve výzkumech doktorských studijních programů*. Olomouc: Pedagogická fakulta UP, 2010.

**HLAVÁČEK, L.** Moderní pojetí výuky biologie člověka na ukázce smyslové soustavy. In *Mladí vedci 2010: zborník vedeckých prác doktorandov, mladých vedeckých a pedagogických pracovníkov* [CD-ROM]. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, 2010.

**HLAVÁČEK, L.** Jak poznáváme svět kolem nás ? Inovativní přístup k výuce biologie člověka. In *Sborník studentské vědecké a odborné činnosti PdF UP 2010*. Olomouc: Pedagogická fakulta, 2010. [umístění v sekci pedagogických: 3. místo]

**FELLNEROVÁ, I.; HLAVÁČEK, L.** Inovativní výukové metody při výkladu fyziologických procesů. In *Sborník konference Fyziologické dny 2010*. Praha: Univerzita Karlova, 2010.

**HLAVÁČEK, L.** Využití multimediálních výukových prezentací v přírodovědných předmětech. In *Sborník studentské vědecké a odborné činnosti PdF UP 2009*. Olomouc: Pedagogická fakulta, 2009. [umístění v sekci pedagogických: 3. místo]

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Využití multimediálních prvků v diplomové práci zaměřené na didaktiku nervové soustavy. In *Sborník XI. ročníku mezinárodní konference Pedagogický software*. České Budějovice: Zemědělská fakulta JU, 2008.

**HLAVÁČEK, L.** CNS – Mícha: multimediální výukový program. In *Sborník studentské vědecké soutěže PřF UP O cenu děkana 2008*. Olomouc: Přírodovědecká fakulta, 2008. [umístění v sekci didaktických: 2. místo]

## Recenze

**HLAVÁČEK, L.** (rec.) BEZDĚKOVÁ, M.; KIKALOVÁ, K.; KOPECKÝ, M. *Somatologie 2 - organologie*. (Distanční opora realizovaná v rámci projektu ESF OPVK "Inovace a modernizace výchovy ke zdraví") Olomouc: PdF UP, Katedra antropologie a zdravovědy, 2012.

**HLAVÁČEK, L.** (rec.) DRYDEN, W. *Poradenství*. Praha: Portál, 2008. ISBN 80-7367-371-1. In ePedagogium [on-line], 2010, roč. 10, č. 4, s. 128-130. ISSN 1213-7499. (cit. 1.8.2012)  
Dostupné z www:  
<[http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium\\_2010/e-pedagogium\\_IV-2010.pdf](http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium_2010/e-pedagogium_IV-2010.pdf)>

**HLAVÁČEK, L.** (rec.) HANČOVÁ, H.; VLKOVÁ, M. *Biologie pro střední školy v kostce*. Praha: Fragment, 2008. ISBN 80-253-0606-2. In ePedagogium [on-line], 2010, roč. 10, č. 3, s. 164-167. ISSN 1213-7499. (cit. 1.8.2012)  
Dostupné z www: <[http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium\\_2010/eped\\_III.pdf](http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium_2010/eped_III.pdf)>

## Postery

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** *Dynamická vizualizace v moderní výuce fyziologie živočichů*. Zoologické dny 2011. 17. a 18. února 2011. Brno.

FELLNEROVÁ, I., **HLAVÁČEK, L.**, STONOVÁ, D., KINCL, L. *Atraktivní biologie – efektivní cesta výuky formou multimediálních prezentací*. Pedagogický software. 4. a 5. června 2008. České Budějovice.

## Oponentury závěrečných prací

VALEČKOVÁ, B. *Vliv ročního tréninkového cyklu na vývoj vybraných antropometrických charakteristik u žáků 6. tříd se zaměřením na atletiku*. (Diplomová práce) Olomouc: PřF UP, Katedra zoologie a antropologie, 2011.

## Odborné publikace

KOŘÍNEK, M., BIČÍKOVÁ, L., BIČ, V., **HLAVÁČEK, L.**, FRANCOVÁ, S. *Podivuhodný svět zvířat II*. Olomouc: Rubico, 2012. ISBN: 978-80-7346-148-5.

KOŘÍNEK, M., BIČÍKOVÁ, L., BIČ, V., FRANCOVÁ, S., **HLAVÁČEK, L.** *Podivuhodný svět zvířat*. Olomouc: Rubico, 2011. ISBN 978-80-7346-132-4.

FELLNEROVÁ, I., **HLAVÁČEK, L.**, KINCL, L. *Obecná biologie a genetika – multimediální výukové prezentace*. [CD-ROM] Olomouc: Vydavatelství UP, 2008. ISBN 978-80-244-1959-6.

## Grantová činnost

*„Kreativní přístup ve výuce fyziologie - integrované (motivační) vzdělávací moduly“*  
trvání: 2011 – 2014

typ grantu: projekt ESF

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie a antropologie

pozice: řešitel projektu



**„Hodnocení informovanosti studentů gymnázií v problematice zhoubných onemocnění tlustého střeva a tvorba multimediálních výukových materiálů“**

trvání: 2012 – 2013

typ grantu: interní grant PdF UP

místo: Pedagogická fakulta UP v Olomouci, Katedra antropologie a zdravotní vědy

pozice: autor a řešitel projektu

**„Od fyziologie k medicíně – integrace vědy, výzkumu, odborného vzdělávání a praxe“**

trvání: 2009 – 2012

typ grantu: projekt ESF

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie

pozice: účast na řešení projektu

**„Nové trendy v zoologické systematice a biologii člověka“**

trvání: 2011 – 2012

typ grantu: interní grant PdF UP

místo: Pedagogická fakulta UP v Olomouci, Katedra biologie

pozice: řešitel projektu

**„Nové přístupy v biologii a biologickém vzdělávání“**

trvání: 2010 – 2011

typ grantu: interní grant PdF UP

místo: Pedagogická fakulta UP v Olomouci, Katedra biologie

pozice: hlavní řešitel projektu

**„Invazní ekologie“**

trvání: 2010

typ grantu: projekt FRVŠ

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie a antropologie

pozice: účast na řešení projektu

**„Srdce srdcí“**

trvání: 2008 – 2009

typ grantu: nezávislý populárně vzdělávací projekt

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Gymnázium Olomouc - Čajkovského, Gymnázium Olomouc - Hejčín, Slovanské gymnázium Olomouc, Střední zdravotnická škola E. Pöttinga Olomouc, základní školy Olomouckého kraje

pozice: řešitel projektu

www stránky: <http://www.srdcesrdci.upol.cz/>

**„Aktivní začlenění SŠ pedagogů do tvorby a využití multimediálních výukových programů ve výuce biologie“**

trvání: 2006 – 2008

typ grantu: projekt ESF

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie a antropologie

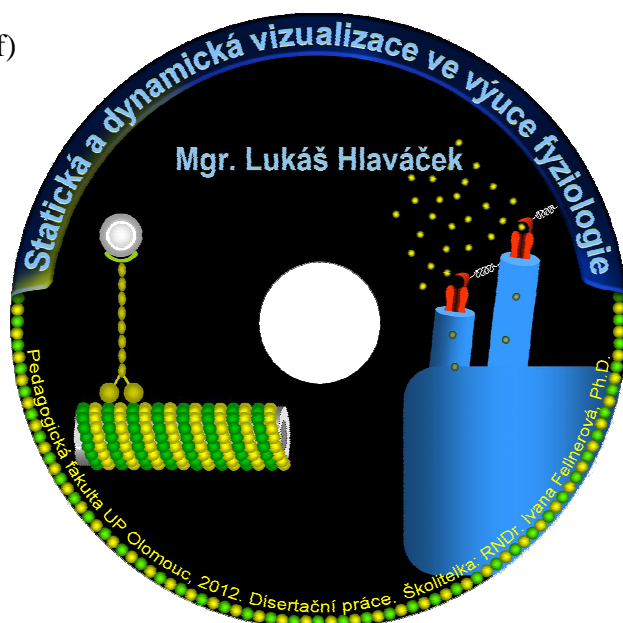
pozice: řešitel projektu

www stránky: <http://atraktivnibiologie.upol.cz/>

# **PŘÍLOHY**

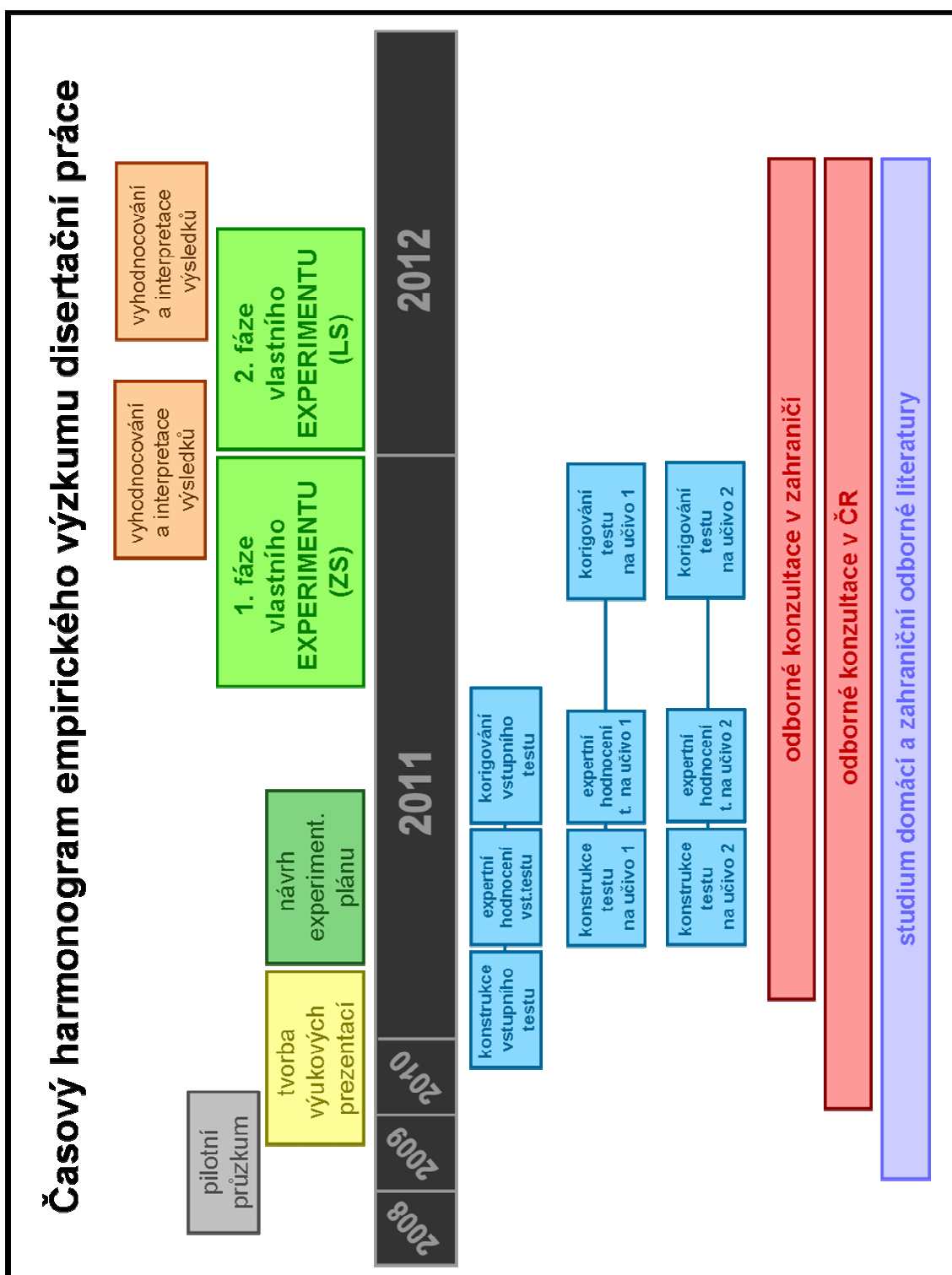
# SEZNAM PŘÍLOH

- 1 Časový harmonogram empirického výzkumu disertační práce**
- 2 Graficky vyjádřený experimentální plán realizovaného empirického výzkumu**
- 3 Specifikační tabulky didaktických testů**
  - 3.1 Specifikační tabulka pro vstupní test (původní)
  - 3.2 Specifikační tabulka pro vstupní test (korigovaná)
  - 3.3 Specifikační tabulky pro test na učivo 1 (původní a korigovaná)
  - 3.4 Specifikační tabulky pro test na učivo 2 (původní a korigovaná)
- 4 Formuláře pro posuzovatele didaktických testů**
  - 4.1 Formulář pro posuzovatele vstupního testu
  - 4.2 Formulář pro posuzovatele testu na učivo 1
  - 4.3 Formulář pro posuzovatele testu na učivo 2
- 5 Didaktické testy**
  - 5.1 Ukázka části vstupního testu pro posuzovatele
  - 5.2 Korigovaná verze vstupního testu
  - 5.3 Původní verze testu na učivo 1
  - 5.4 Původní verze testu na učivo 2
- 6 Výsledky didaktických testů**
  - 6.1 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 1 v zimním semestru
  - 6.2 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 2 v zimním semestru
  - 6.3 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 1 v letním semestru
  - 6.4 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 2 v letním semestru
- 7 Ukázka fotodokumentace z experimentální výuky (prezentační plochy v učebnách z pohledu studentů; foto: Hlaváček, 2011)**
- 8 CD**
  - Text disertační práce v elektronické podobě (pdf)
  - Všechny didaktické testy (doc)
  - Specifikační tabulky didaktických testů (doc)
  - Analýzy vlastností didaktických testů (xls)
  - Výsledky didaktických testů (xls, doc)
  - Výukové prezentace (ppt)
  - Fotodokumentace z experimentu (jpeg)

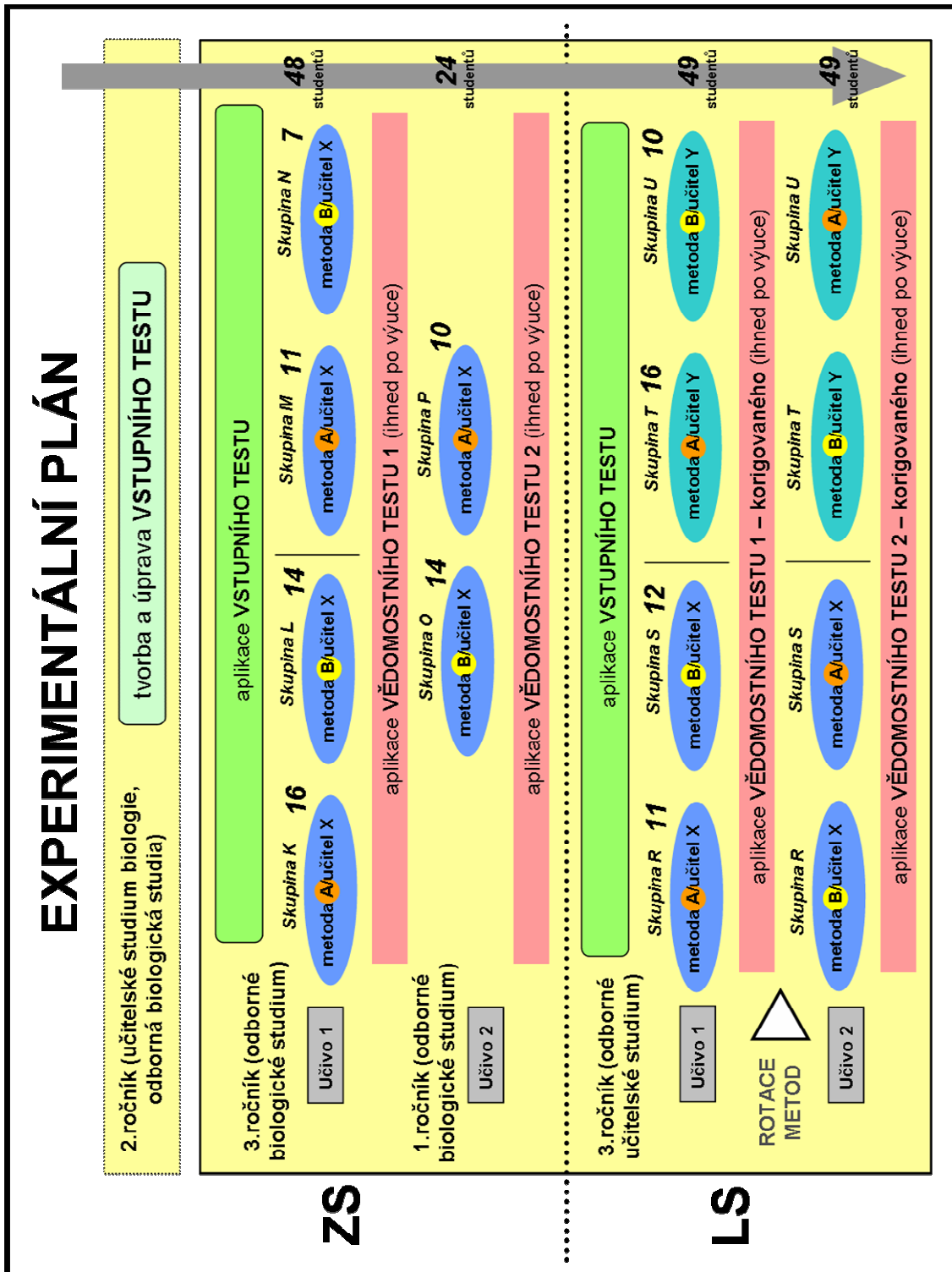


## Příloha 1

### Časový harmonogram empirického výzkumu disertační práce



Graficky vyjádřený experimentální plán realizovaného empirického výzkumu



### Příloha 3.1

#### Specifikační tabulka pro vstupní test (původní)

#### Specifikační tabulka pro didaktický test: ZÁKLADY FYZIOLOGIE ČLOVĚKA (původní)

<b>OBSAH</b>	<b>POČET ÚLOH</b>	<b>ÚROVEŇ OSVOJENÍ (dle upravené Niemierykovy taxonomie) vědomosti dovednosti</b>
Obecná a buněčná fyziologie	3	3
Fyziologie svalů	3	2
Fyziologie krve, mízy a imunitního systému	5	4
Fyziologie srdce a krevního oběhu	5	4
Fyziologie dýchání	2	2
Fyziologie vylučování, termoregulace, kůže	4	3
Fyziologie trávení a vstřebávání, metabolismus	5	4
Endokrinologie a fyziologie pohlavního systému	4	4
Fyziologie nervového systému	3	3
Fyziologie smyslů	6	5
<b>CELKEM</b>	<b>40</b>	<b>34</b>
	<b>100 %</b>	<b>6</b>

## Příloha 3.2

### Specifikační tabulka pro vstupní test (korigovaná)

**Specifikační tabulka pro didaktický test: ZÁKLADY FYZIOLOGIE ČLOVĚKA (korigovaná - po odebrání nevhodných položek)**

OBSAH	POČET ÚLOH		ÚROVEŇ OSVOJENÍ (dle upravené Niemiřkovy taxonomie) vědomosti      dovednosti
Obecná a buněčná fyziologie	2	7	2      -
Fyziologie svalů	3	11	2      1
Fyziologie krve, mízy a imunitního systému	4	14	3      1
Fyziologie srdce a krevního oběhu	2	7	2      -
Fyziologie dýchání	2	7	2      -
Fyziologie vylučování, termoregulace, kůže	2	7	2      -
Fyziologie trávení a vstřebávání, metabolismus	4	14	4      -
Endokrinologie a fyziologie pohlavního systému	3	11	3      -
Fyziologie nervového systému	3	11	3      -
Fyziologie smyslů	3	11	2      1
<b>CELKEM</b>	<b>28</b>	<b>100 %</b>	<b>25      3</b>

Příloha 3.3

Specifikační tabulky pro test na učivo 1 (původní a korigovaná)

Specifikační tabulka pro didaktický test: FYZIOLOGIE KOSTERNÍ A HLADKÉ SVALOVINY (původní)

OBSAH	ČAS	POČET ÚLOH	ÚROVEŇ OSVOJENÍ (dle upravené Niemiřkovy taxonomie) vědomosti dovednosti
Obecné principy pohybu na mlk.úrovni	15 min	7	16 %
Princip fungování kosterní svaloviny	30 min	24	53 %
Princip fungování hladké svaloviny	20 min	14	31 %
<i>CELKEM</i>	<i>65 min</i>	<i>45</i>	<i>100 %</i>
			<i>32</i>
			<i>13</i>

Specifikační tabulka pro didaktický test: FYZIOLOGIE KOSTERNÍ A HLADKÉ SVALOVINY (korigovaná - po odebrání nevhodných položek)

OBSAH	ČAS	POČET ÚLOH	ÚROVEŇ OSVOJENÍ (dle upravené Niemiřkovy taxonomie) vědomosti dovednosti
Obecné principy pohybu na mlk.úrovni	15 min	4	13 %
Princip fungování kosterní svaloviny	30 min	19	59 %
Princip fungování hladké svaloviny	20 min	9	28 %
<i>CELKEM</i>	<i>65 min</i>	<i>32</i>	<i>100 %</i>
			<i>23</i>
			<i>9</i>



Příloha 3.4

Specifikační tabulky pro test na učivo 2 (původní a korigovaná)

Specifikační tabulka pro didaktický test: FYZIOLOGIE SLUCHOVĚ-ROVNOVÁŽNÉHO APARÁTU (původní)

OBSAH	ČAS	POČET ÚLOH	ÚROVEŇ OSVOJENÍ (dle upravené Niemiřkovy taxonomie) vědomosti dovednosti
Princip fungování sluchového orgánu	30 min	28	25
Princip fungování rovnovážného ústrojí	20 min	14	7
<b>CELKEM</b>	<b>50 min</b>	<b>42</b>	<b>32</b>
		<b>100 %</b>	<b>10</b>

Specifikační tabulka pro didaktický test: FYZIOLOGIE SLUCHOVĚ-ROVNOVÁŽNÉHO APARÁTU (korigovaná - po odebrání nevhodných položek)

OBSAH	ČAS	POČET ÚLOH	ÚROVEŇ OSVOJENÍ (dle upravené Niemiřkovy taxonomie) vědomosti dovednosti
Princip fungování sluchového orgánu	30 min	23	20
Princip fungování rovnovážného ústrojí	20 min	11	6
<b>CELKEM</b>	<b>50 min</b>	<b>34</b>	<b>26</b>
		<b>100 %</b>	<b>8</b>

## Příloha 4.1

### Formulář pro posuzovatele vstupního testu

Vážený pane profesore / vážený pane docente.

Touto cestou Vás žádám o pomoc při posouzení úloh, které budou zařazeny do připravovaného didaktického testu zaměřeného na základní poznatky z fyziologie člověka. Test je určen studentům III. a I. ročníku odborných biologických studií (systematická biologie a ekologie, biochemie, molekulární a buněčná biologie, ochrana a tvorba životního prostředí, biofyzika) a studentům III. ročníku učitelských studií (učitelství biologie pro střední školy v kombinaci s další aprobací) na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. V rámci experimentálního pedagogického výzkumu bude tento test sloužit jako test vstupní; jeho cílem bude postihnout úroveň znalostí základů fyziologie u jednotlivých studentů.

Prosím o posouzení následujících vlastností:

1. posouzení **správnosti** správných odpovědí (pokud u jednotlivých úloh objevíte jakýkoliv rozpor, upozorněte prosím na něj písemně do volného prostoru vedle jednotlivých úloh)
2. posouzení **technické kvality** úloh (správná a jednoznačná formulace zadání a nabídnutých odpovědí, úroveň gramatiky, grafická úprava úlohy); pokud v testu zjistíte jakékoliv nedostatky, veškeré připomínky či návrhy prosím napište do volného prostoru vedle jednotlivých úloh
3. posouzení **důležitosti** úloh (u každé úlohy prosím vyznačte do kolonky, zda učivo, které úloha zkouší, je podle Vás **1**=velmi důležité, **2**=důležité, **3**=nedůležité, okrajové)
4. posouzení **obtížnosti** úloh (u každé úlohy prosím vyznačte do škály 1-5 relativní obtížnost úlohy; **1**=velmi snadná úloha, **5**=velmi obtížná úloha)

Pokud máte jakékoliv připomínky či návrhy a doporučení k testu jako celku, napište je prosím na přiložený volný list.

Velmi děkuji za pečlivé posouzení testových úloh.

## Příloha 4.2

### Formulář pro posuzovatele testu na učivo 1

Vážená paní doktorko / vážený pane docente.

Touto cestou Vás žádám o pomoc při posouzení úloh, které budou zařazeny do připravovaného didaktického testu zaměřeného na zvládnutí učiva *Fyziologie kosterní a hladké svaloviny*. Test je určen studentům III. a I. ročníku odborných biologických studií (systematická biologie a ekologie, biochemie, molekulární a buněčná biologie, ochrana a tvorba životního prostředí, biofyzika) a studentům III. ročníku učitelství biologie pro střední školy v kombinaci s další aprobací) na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. V rámci experimentálního pedagogického výzkumu bude tento test sloužit jako posttest, jehož cílem bude zjištění rozdílu v účinnosti dvou různých výukových metod.

Prosím o posouzení následujících vlastností:

1. posouzení **správnosti** správných odpovědí (pokud u jednotlivých úloh objevíte jakýkoliv rozpor, upozorněte prosím na něj písemně do volného prostoru vedle jednotlivých úloh)
2. posouzení **technické kvality** úloh (správná a jednoznačná formulace zadání a nabídnutých odpovědí, úroveň gramatiky, grafická úprava úlohy); pokud v testu zjistíte jakékoliv nedostatky, veškeré připomínky či návrhy prosím napište do volného prostoru vedle jednotlivých úloh
3. posouzení **důležitosti** úloh (u každé úlohy prosím vyznačte do kolonky, zda učivo, které úloha zkouší, je podle Vás **1**=velmi důležité, **2**=důležité, **3**=nedůležité, okrajové)
4. posouzení **obtížnosti** úloh (u každé úlohy prosím vyznačte do škály 1-5 relativní obtížnost úlohy; **1**=velmi snadná úloha, **5**=velmi obtížná úloha)

Pokud máte jakékoliv připomínky či návrhy a doporučení k testu jako celku, napište je prosím na přiložený volný list.

Velmi děkuji za pečlivé posouzení testových úloh.

## Příloha 4.3

### Formulář pro posuzovatele testu na učivo 2

Vážený pane profesore / vážený pane docente.

Touto cestou Vás žádám o pomoc při posouzení úloh, které budou zařazeny do připravovaného didaktického testu zaměřeného na zvládnutí učiva *Fyziologie sluchově-rovnovážného aparátu*. Test je určen studentům III. a I. ročníku odborných biologických studií (systematická biologie a ekologie, biochemie, molekulární a buněčná biologie, ochrana a tvorba životního prostředí, biofyzika) a studentům III. ročníku učitelství biologie pro střední školy v kombinaci s další aprobací) na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci. V rámci experimentálního pedagogického výzkumu bude tento test sloužit jako posttest, jehož cílem bude zjištění rozdílu v účinnosti dvou různých výukových metod.

Prosím o posouzení následujících vlastností:

1. posouzení **správnosti** správných odpovědí (pokud u jednotlivých úloh objevíte jakýkoliv rozpor, upozorněte prosím na něj písemně do volného prostoru vedle jednotlivých úloh)
2. posouzení **technické kvality** úloh (správná a jednoznačná formulace zadání a nabídnutých odpovědí, úroveň gramatiky, grafická úprava úlohy); pokud v testu zjistíte jakékoliv nedostatky, veškeré připomínky či návrhy prosím napište do volného prostoru vedle jednotlivých úloh
3. posouzení **důležitosti** úloh (u každé úlohy prosím vyznačte do kolonky, zda učivo, které úloha zkouší, je podle Vás **1**=velmi důležité, **2**=důležité, **3**=nedůležité, okrajové)
4. posouzení **obtížnosti** úloh (u každé úlohy prosím vyznačte do škály 1-5 relativní obtížnost úlohy; **1**=velmi snadná úloha, **5**=velmi obtížná úloha)

Pokud máte jakékoliv připomínky či návrhy a doporučení k testu jako celku, napište je prosím na přiložený volný list.

Velmi děkuji za pečlivé posouzení testových úloh.

## Příloha 5.1

### Ukázka části vstupního testu pro posuzovatele

16. Proč jsou stěny levé srdeční komory výrazně silnější, než pravé ? Vysvětli:

.....

**Důležitost učiva:** velmi důležité **1** důležité **2** nedůležité,okrajové **3**

**Obtížnost úlohy:** velmi snadná **1 2 3 4 5** velmi obtížná

---

17. Při žilním krvácení z rány opouští ránu:

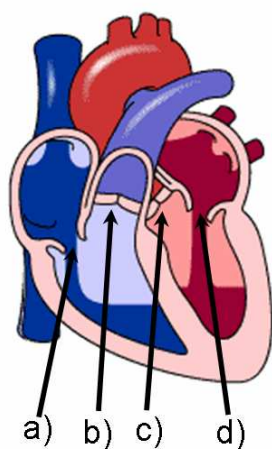
- a) jasně červená krev, která prudce vystřikuje
- b) jasně červená krev, která pomalu vytéká
- c) tmavě červená krev, která prudce vystřikuje
- d) tmavě červená krev, která pomalu vytéká

**Důležitost učiva:** velmi důležité **1** důležité **2** nedůležité,okrajové **3**

**Obtížnost úlohy:** velmi snadná **1 2 3 4 5** velmi obtížná

---

18. Která z chlopní (a-d) musí být uzavřena, aby nedocházelo ke zpětnému proudění krve z plicních tepen do srdce ?



**Důležitost učiva:** velmi důležité **1** důležité **2** nedůležité,okrajové **3**

**Obtížnost úlohy:** velmi snadná **1 2 3 4 5** velmi obtížná

---

19. Co neplatí pro dýchacím systém člověka:

- a) vnitřní dýchání označuje výměnu O<sub>2</sub> a CO<sub>2</sub> mezi krví a tkáněmi
- b) dýchací centrum se nachází v prodloužené míše
- c) pravá plíce je menší, než levá
- d) na dýchání se podílejí bránice a mezižeberní svaly

**Důležitost učiva:** velmi důležité **1** důležité **2** nedůležité,okrajové **3**

**Obtížnost úlohy:** velmi snadná **1 2 3 4 5** velmi obtížná

---

## Příloha 5.2

### Korigovaná verze vstupního testu

# ZÁKLADY FYZIOLOGIE ČLOVĚKA – Didaktický test

Předkládaný test zjišťuje úroveň znalostí základních poznatků z fyziologie člověka.

Za každou správně zodpovězenou otázku se započítává 1 bod.

U úloh s nabídkou odpovědí je správná vždy **pouze 1** odpověď.

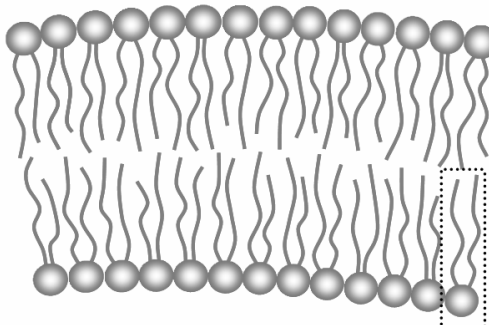
Maximální počet získaných bodů v testu je 28.

Jméno..... Studijní obor ..... Ročník ..... Datum .....

\*\*\*

1. Na obrázku je výřez fosfolipidové dvojvrstvy, která je základem buněčných membrán.

U vybraného fosfolipidu vyznač jeho hydrofilní a hydrofobní část.



2. Jak se nazývá základní stavební a funkční jednotka ledvin?

- a) glomerulus
- b) ledvinový kalich
- c) Bowmanův váček
- d) nefron

4. Centrální nervový systém tvoří:

- a) mozek
- b) mozek a mícha
- c) mozek, mícha a periferní nervy
- d) mozek a periferní nervy

6. Vyber správné tvrzení o osmóze:

- a) neprobíhá po koncentračním spádu
- b) je specifickým typem difúze
- c) vyžaduje energii z ATP
- d) základem pro tento děj je existence dvou roztoků o stejných koncentracích a polopropustné membrány

3. Brzlík je místem dozrávání:

- a) T-lymfocytů
- b) B-lymfocytů
- c) erytrocytů
- d) trombocytů

5. Pro lidské tělo je zásobním zdrojem glukózy:

- a) celulóza
- b) glycerol
- c) glukagon
- d) glykogen

7. Který z uvedených hormonů (a-d) má následující účinky: *stahy děložního svalstva při porodu, stahy svalů vývodů mléčných žláz při kojení*

- a) antidiuretický hormon
- b) oxytocin
- c) kalcitonin
- d) estrogen

**8. Vyber, co platí pro červené krvinky:**

- a) mají schopnost prostupovat vlasečnicemi
- b) tvoří se v játrech
- c) mají centrálně uložené jádro
- d) zanikají ve slezině

**9. Co neplatí pro dýchací systém člověka:**

- e) vnitřní dýchání označuje výměnu  $O_2$  a  $CO_2$  mezi krví a tkáněmi
- f) dýchací centrum se nachází v prodloužené míše
- g) pravá plíce je menší, než levá
- h) na dýchání se podílejí bránice a mezižeberní svaly

**10. Na aktivním pohybu příčně pruhované svaloviny je založen/o/a:**

- a) mluvení
- b) promíchávací pohyb žaludku
- c) peristaltika střev
- d) vzpřimování chlupů

**11. Pokud mají rodiče krevní skupiny AB a 0, jaké krevní skupiny může mít jejich dítě ?**

- a) A, B    b) A, 0    c) A, B, AB, 0    d) AB, 0

**12. Stručně vysvětli pojem „esenciální aminokyseliny“**

.....

**13. Svaly mají schopnost smršťování (kontrakce) a uvolňování (relaxace) díky součinnosti proteinů zvaných ....., a .....**

**14. Látka, která vzniká vazbou  $O_2$  na hemoglobin se nazývá .....; vazbou CO na hemoglobin vzniká karboxyhemoglobin. Který z obou plynů je vázán na hemoglobin daleko silněji? .....**

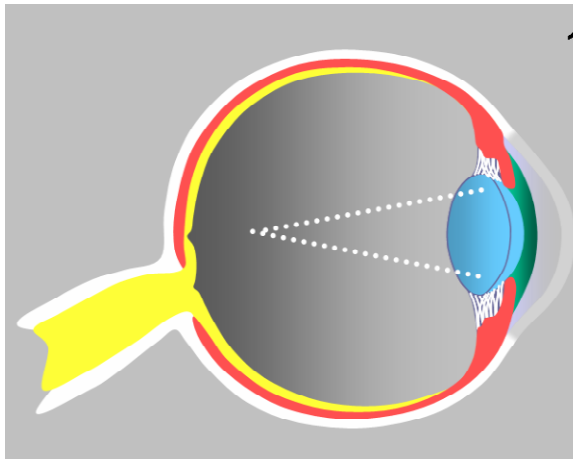
**15. Co je tzv. „motorická jednotka“?**

- a) struktura ve svalové buňce obsahující kontraktilní vlákna
- b) specifické buněčné spojení srdečních buněk
- c) místo spojení nervového vlákna se svalovou buňkou
- d) skupina svalových buněk inervovaná jedním neuronem

**16. Cévy, které vyživují srdce se nazývají..... Jejich ucpáním dochází ke vzniku ....., na který ročně umírají statisíce lidí.**

**17. K jednotlivým smyslům (a - c) přiřaď odpovídající pojmy (1 - 7)  
(všechny pojmy 1-7 musejí být při přiřazování vyčerpány)**

- |                |                        |
|----------------|------------------------|
| a) Zrak .....  | 1) žlutá skvrna        |
| b) Sluch ..... | 2) třmínek             |
| c) Hmat .....  | 3) rhodopsin           |
|                | 4) Meissnerovo tělísko |
|                | 5) blanitý labyrint    |
|                | 6) cévnatka            |
|                | 7) endolymfa           |



18. Prohlédni si, v jakém místě se sbíhají světelné paprsky u člověka s oční vadou. Rozhodni, o jakou vadu oční čočky se jedná a vyber správný způsob korekce této vady.

Oční vada: .....

Korekce: spojka/rozptylka (nehodící se škrtni)

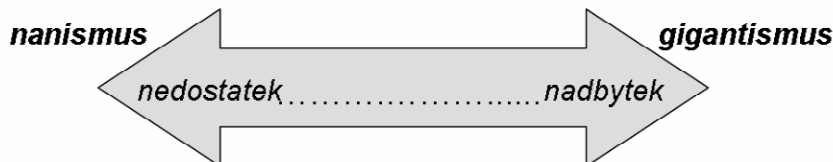
19. Štítná žláza produkuje hormony:

- a) parathormon a tyroxin
- b) inzulin a glukagon
- c) tyroxin a trijodtyronin
- d) aldosteron a inzulin

20. V jakém laloku koncového mozku se nachází zrakové centrum?

- a) čelním
- b) temenním
- c) týlním
- d) spánkovém

21. Doplň název hormonu:



22. Který z uvedených orgánů nepatří do lymfatického systému:

- a) játra
- b) apendix
- c) slezina
- d) krční mandle

23. Proč jsou stěny levé srdeční komory výrazně silnější, než pravé ? Vysvětli:

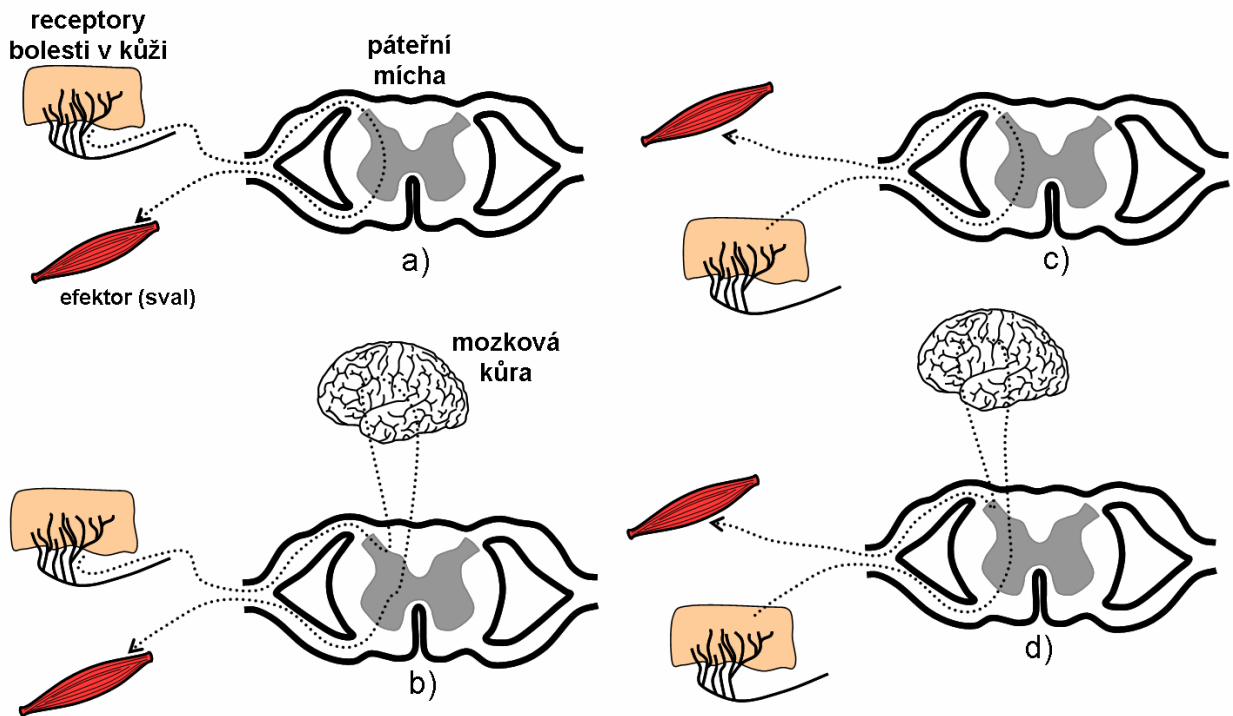
.....  
 .....

24. Látková přeměna, potřebná k udržení života při úplném duševním a tělesném klidu se nazývá:

.....



25. Který obrázek (a-d) správně vystihuje průběh nervového vzruchu po reflexním oblouku na příkladu obranného míšního reflexu ?



26. Cortiho orgán je:

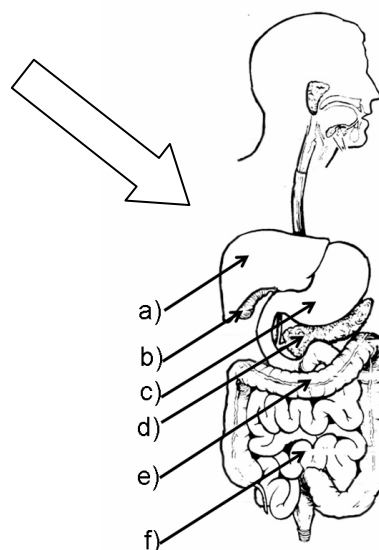
- a) orgán pro vnímání rovnováhy
- b) seskupení buněk v kůži vnímající tlak a vibrace
- c) proprioreceptivní orgán
- d) sluchový orgán

27. Vyber pravdivé tvrzení týkající se vylučovací soustavy člověka:

- a) primární moč vzniká procesem tubulární resorpce
- b) definitivní moč se tvoří v Henleově kličce
- c) tvorba moči je pod hormonálním vlivem
- d) močová trubice spojuje ledvinu s močovým měchýřem

28. Na obrázku jsou orgány trávicí soustavy. Ve kterém z orgánů (a-f)

1. vzniká žluč ? .....
2. dochází ke zpětnému vstřebávání vody z potravy do krve ? .....



...děkujeme za vyplnění testu...

## Příloha 5.3

### Původní verze testu na učivo 1

# FYZIOLOGIE KOSTERNÍ A HLADKÉ SVALOVINY – Didaktický test

Předkládaný test zjišťuje úroveň zvládnutí učiva *Fyziologie kosterní a hladké svaloviny*.

Za každou správně zodpovězenou otázku se započítává 1 bod.

U úloh s nabídkou odpovědí je správná vždy **pouze 1** odpověď.

Maximální počet získaných bodů v testu je 45.

Jméno.....Studijní obor ..... Ročník ..... Datum .....

\*\*\*

#### 1. Které z následujících tvrzení je pravdivé:

- a) funkcí myozinu je rozvážení vezikul po buňce
- b) „molekulární motory“ je jiné označení pro mikrotubuly
- c) aktivní pohyb buňky nebo její části není možný bez aktivní práce cytoskeletu
- d) mikrotubuly jsou nezbytné pro svalový pohyb

#### 2. Základní jednotkou mikrofilament je:

- a) monomer aktinu
- b) dimer tubulinu
- c) jedno myozinové vlákno s hlavicí
- d) monomer troponinu

#### 3. Který z těchto proteinů se asociuje s mikrofilamenty:

- a) tubulin
- b) dynein
- c) kinezin
- d) myozin

#### 4. Který z dějů nejblíže předchází vylití vezikuly s mediátorem na synaptickém zakončení neuronu?

- a) syntéza mediátoru v těle neuronu
- b) syntéza mediátoru v synaptickém zakončení neuronu
- c) transport vezikuly s mediátorem v axonu po mikrofilamentu
- d) transport vezikuly s mediátorem v axonu po mikrotubulu

#### 5. Představte si situaci, kdy dynein v buňce vykonává aktivní pohyb. Jaký protein (konkrétní název) tvoří podložku, na kterou dynein při svém pohybu nasedá ? .....

#### 6. K čemu je využita energie ATP při pohybu molekulárního motoru po mikrotubulu:

- a) k rozpadu struktury mikrotubulu na jednom konci a jeho novému skládání na konci druhém
- b) ke změně tvaru molekulárního motoru a tím jeho posunu po mikrotubulu

- c) k tomu, aby molekulární motor udržel navázanou vezikulu, kterou po mikrotubulu rozváží
- d) v rámci tohoto pohybu není energie z ATP třeba

7. Ve svalové buňce jsou přítomny dvě dvojice proteinů; každou dvojici tvoří molekulární motor a pasivní proteinová složka. Prvním motorem je myozin a druhým kinezin. Pokud oba motory začnou vykonávat aktivní pohyb, jaký je rozdíl v chování příslušných pasivních proteinových složek? Vyjádři vlastními slovy:

.....  
 .....

8. Vyjádři vlastními slovy, co je příčinou příčného pruhování kosterní svaloviny:

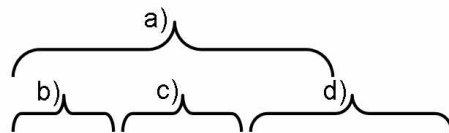
.....

9. Uspořádej následující struktury (a-d) od nejvíce vnějších po nejvíce vnitřní:

- a) aktinová a myozinová vlákna
- b) endomysium
- c) myofibrila
- d) sarkolema

.....

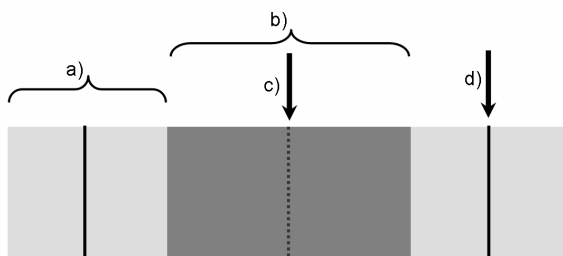
10. Na mikrofotografii je část myofibrily na podélném řezu. Ve kterém úseku (a-d) se aktuálně překrývá aktin s myozinem?



11. Stručně vysvětli funkci T-tubulů buněk kosterní svaloviny:

.....

12. Na obrázku je podélný řez myofibrilou. Rozhodni, který úsek vyznačuje „Z disk“?



**13. Pokud dojde ke kontrakci příčně pruhovaného svalu:**

- a) zmenšuje se rozsah světlých proužků, rozsah tmavých proužků se nemění
- b) zmenšuje se rozsah tmavých proužků, rozsah světlých proužků se nemění
- c) rozsah světlých ani tmavších proužků se nemění
- d) zmenšuje se rozsah světlých i tmavých proužků

**14. Jak se chovají sousední Z-disky při svalové kontrakci:**

- a) přibližují se k sobě
- b) oddalují se od sebe
- c) přibližují se k sobě pouze sudé disky
- d) jejich vzájemná pozice se nemění

**15. Při kontrakci hladké svaloviny se jednotlivá aktinová a myozinová filamenta zasouvají mezi sebe, přičemž:**

- a) aktivní práci vykonává pouze myozin; délka silných ani tenkých filament se přitom nemění
- b) aktivní práci vykonává pouze aktin; dochází při tom ke změně délky tenkých filament
- c) aktivní práci vykonává aktin i myozin; dochází při tom ke změně délky silných i tenkých filament
- d) aktivní práci vykonává pouze aktin; dochází při tom ke změně délky silných filament

**16. Jaký děj předchází uvolnění vezikul s mediátory na nervosvalové ploténce ?**

- a) otevření iontových kanálů pro ionty Ca<sup>2+</sup>
- b) uzavření iontových kanálů pro ionty Ca<sup>2+</sup>
- c) otevření cholinergních receptorů (zároveň iontových kanálů)
- d) uzavření cholinergních receptorů (zároveň iontových kanálů)

**17. Jedno myozinové filamentum ve vláknech kosterní svaloviny je tvořeno:**

- a) 1 molekulou myozinu
- b) 20-50 molekulami myozinu
- c) 150-300 molekulami myozinu
- d) 2 molekulami myozinu

**18. Přiřaď pojmy z pravého sloupečku k odpovídajícím pojmům ze sloupečku levého. (každý z pojmů a-g lze přiřadit pouze k jednomu z pojmů 1.-4.; k jednotlivým pojmům 1.- 4. může být přiřazen různý počet pojmů a-g)**

1. plazmatická membrána svalové buňky

2. svalová mitochondrie

3. myofibrila

4. sarkoplazmatické retikulum svalové buňky

a) L-tubulus

b) sarkomera

c) sarkozóm

d) cholinergní receptor

e) sarkolema

f) zásobárna Ca<sup>2+</sup>

g) tropomyozin

**19. Co neplatí pro cholinergní receptory (které jsou zároveň iontovými kanály):**

- a) hrají důležitou roli při vzniku akčních potenciálů na plazmatické membráně svalových buněk
- b) jsou umístěny v T-tubulech sarkolemy
- c) mohou jimi prostupovat kationty
- d) v klidovém stavu jsou uzavřené

**20. Vyber správné pořadí následujících dějů: (1) změna polohy tropomyozinového vlákna, (2) navázání  $\text{Ca}^{2+}$  iontů na příslušnou molekulu, (3) depolarizace sarkolemy, (4) pohyb aktinového vlákna**

- a) 1, 3, 4, 2
- b) 3, 2, 1, 4
- c) 1, 2, 3, 4
- d) 3, 1, 4, 2

**21. Myozinová hlavice má vazebné místo pro tyto molekuly:**

.....a .....

**22. Na jakou strukturu se při kontrakci kosterní svaloviny váží ionty  $\text{Ca}^{2+}$ ?**

- a) troponin
- b) myozin
- c) cholinergní receptor
- d) tropomyozin

**23. Tropomyozin je součástí:**

- a) molekulární struktury Z-disku
- b) tenkého filamenta myofibril
- c) L-tubulu
- d) silného filamenta myofibril

**24. Co je následkem pohybu tropomyozinového vlákna při kontrakci kosterní svaloviny? Vyber nejpřesnější odpověď:**

- a) intenzivnější svalový pohyb
- b) odkrytí vazebných míst na hlavicích myozinu
- c) u tropomyozinového vlákna k pohybu během kontrakce nedochází
- d) odkrytí vazebných míst na aktinovém vláknu

**25. Po navázání acetylcholinu na cholinergní receptory:**

- a) se elektrický náboj uvnitř svalové buňky vychyluje k pozitivnějším hodnotám
- b) se elektrický náboj uvnitř svalové buňky nemění
- c) se elektrický náboj uvnitř svalové buňky vychyluje k negativnějším hodnotám
- d) ani jedna odpověď nemůže být správná, protože acetylcholin s cholinergními receptory nekomunikuje

**26. Pokud při kontrakci kosterních svalů svírá myozinová hlavice s myozinovým vláknem úhel  $50^\circ$ , jaká molekula je na hlavici navázána?**

.....

**27. Vyber nepřavdivé tvrzení o kontrakci kosterní svaloviny:**

- a) při kontrakci je směr pohybu aktinového filamenta stejný, jako směr pohybu myozinové hlavice
- b) při kontrakci vykonává hlavice myozinu dva po sobě jdoucí pohyby, při návratu do původní polohy jde již o pohyb jeden
- c) v okamžiku, kdy je myozinová hlavice maximálně ohnutá, jsou všechna její vazebná místa obsazena příslušnými navázanými látkami
- d) molekula myozinu při kontrakci pohybuje pouze hlavicí, vláknitá část molekuly se aktivně nepohybuje

**28. Vyber správnou odpověď týkající se kosterní svaloviny:**

- a) koncentrace  $\text{Ca}^{2+}$  iontů v sarkoplazmě je v klidovém stavu (relaxace) nízká
- b) při maximální kontrakci svírá myozinová hlavice s myozinovým vláknem úhel  $30^\circ$
- c) motorická jednotka = soubor nervových buněk inervujících jeden sval
- d) ani jedna z možností (a-c) není správná

**29. Uvažujme, že sval je ve stavu rigor mortis. Jaká situace by následovala, pokud bychom do svalových buněk dodali ATP:**

.....

**30. Uvažujme, že sval je ve stavu rigor mortis. Jaká situace by následovala, pokud bychom do sarkoplazmy svalových buněk dodali ATP a  $\text{Ca}^{2+}$ ?**

.....

**31. Kurare je látka, kterou indiáni v Jižní Americe využívají jako tzv. šípový jed. Kurare působí v nervosvalové ploténce a brání kontrakci svalů, a to i přes to, že motoneuron je stimulován a mediátory jsou uvolňovány do synaptické štěrbině.**

**Dej možná vysvětlení, jak konkrétně může kurare v nervosvalové ploténce působit.**

.....  
.....

---

**32. Kalmodulin je:**

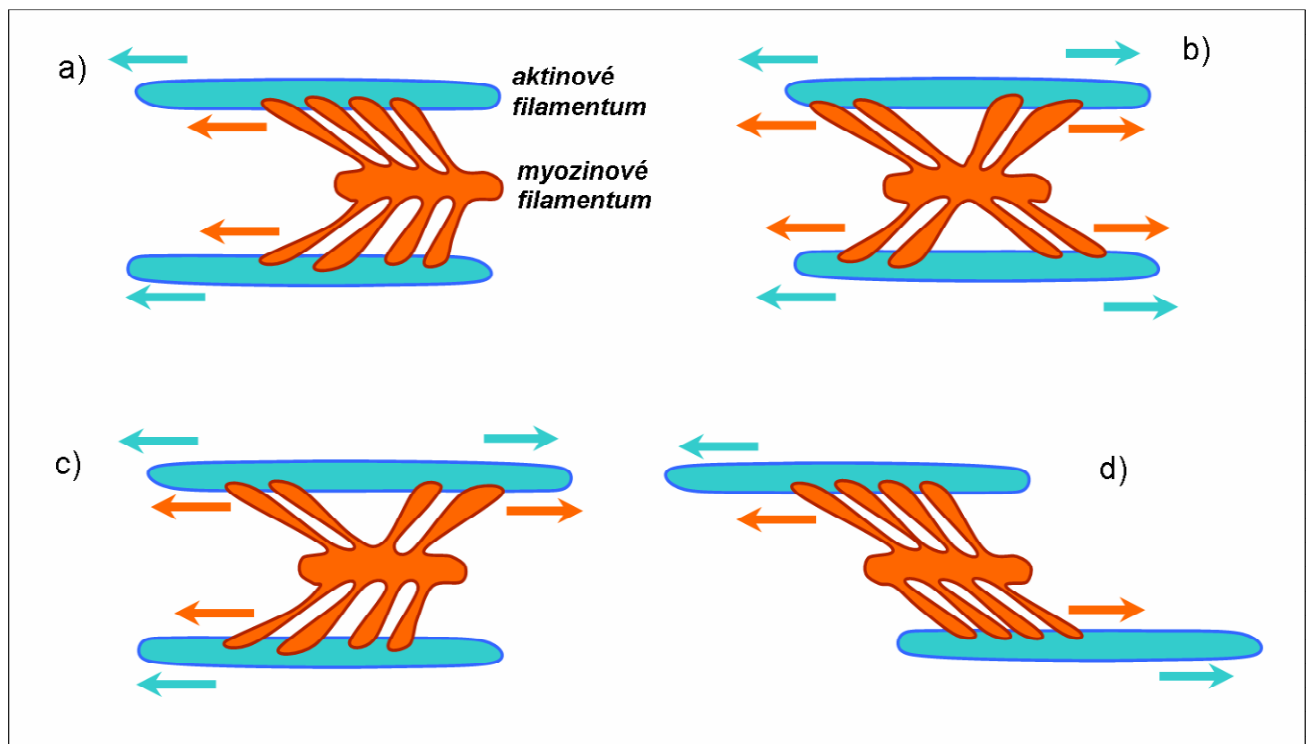
- a) mediátor zodpovědný za vznik akčního potenciálu na membránách buněk hladkých svalů
- b) součástí Z-disků buněk hladkých svalů
- c) jeden z proteinů nezbytných pro vyvolání svalové kontrakce hladkých svalů
- d) součástí denzních tělísek buněk hladkých svalů

**33. Na obrázku je reakce zornice na vysokou intenzitu přicházejícího světla do oka. Svaly, které za tuto reakci zodpovídají, jsou (je požadována dvojitá odpověď):**

- a) hladké
  - b) příčně pruhované
  - c) ani jedna možnost není správně
- 
- a) vůlí ovladatelné
  - b) vůlí neovladatelné
  - c) částečně vůlí ovladatelné



**34. Na obrázku je schematický náčrt spolupráce kontraktilních proteinů v buňkách hladké svaloviny. Který z obrázků (a-d) správně ukazuje směr pohybu myozinových hlavic a aktinových vláken při svalové kontrakci?**

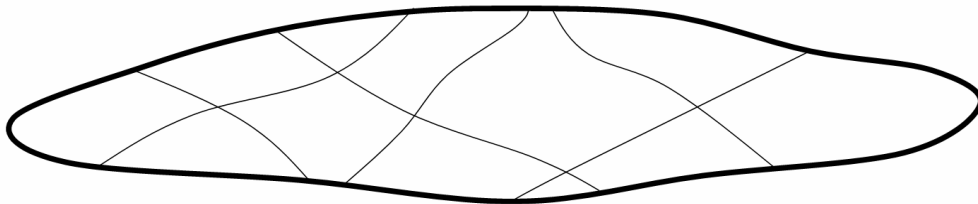


**35. Zdrojem iontů  $\text{Ca}^{2+}$  potřebných pro kontrakci hladkých svalů je:**

- a) extracelulární prostor buněk
- b) sarkoplazmatické retikulum
- c) extracelulární prostor buněk i sarkoplazmatické retikulum
- d) žádná odpověď není správná, protože  $\text{Ca}^{2+}$  ionty se při kontrakci hladkých svalů neuplatňují vůbec

**36. Pokus se schematicky zakreslit 2-3 sousedící buňky jednotkové hladké svaloviny (stačí obrysy buněk) a vyznač u nich pozici tzv. „gap-junction“:**

**37. Na obrázku je relaxovaná buňka hladké svaloviny. Pokus se zjednodušeně zakreslit, jakou podobu získá tato buňka při kontrakci. V obrázku zachovej existenci membrány buňky i sítě kontraktilních vláken.**



**38. Ve kterém případě není nezbytná aktivita hladké svaloviny?**

- a) při stáhnutí cévy
- b) při průchodu potravy tenkým střevem
- c) při stazích dělohy během porodu
- d) při pohybech okohybných svalů

**39. Buňky hladkých svalů se liší od svalových vláken kosterní svaloviny: (1) roztažností, (2) nepřítomností troponinu, (3) podobou sarkoplazmatického retikula, (4) nepřítomností sarkomery**

- a) správná jsou tvrzení 1,3,4
- b) správná jsou tvrzení 2,3,4
- c) správná jsou tvrzení 1,2,4
- d) všechna tvrzení jsou správná



**40. Vyber nepravdivé tvrzení:**

- a) gap-junction nemá schopnost propouštět ionty
- b) u jednotkové hladké svaloviny není třeba, aby vegetativní nervová vlákna hustě prostupovala mezi svalovými buňkami
- c) díky gap-junction lze vyvolat depolarizaci membrány sousední buňky
- d) spojení buněk typu gap-junction se nachází u svaloviny, která reaguje na nervové podráždění jako celek

**41. Co jsou „varikozity“?**

- a) L-tubuly buněk hladké svaloviny
- b) vchlípeniny sarkolemy buněk hladké svaloviny
- c) ztlustěliny vegetativních nervových vláken, které jsou v blízkosti buněk jednotkové hladké svaloviny
- d) útvary, do nichž se ukotvují aktinová vlákna buněk hladké svaloviny

**42. Který z dějů nejblíže předchází aktivaci myozinu hladkých svalových buněk ?**

- a) otevření kanálu sarkoplazmatického retikula
- b) rozpad ATP na ADP a Pi
- c) navázání  $Ca^{2+}$  iontů na příslušnou molekulu
- d) aktivace enzymu proteinkinázy

**43. Proč je sarkoplazmatické retikulum u hladkých svalových buněk vyvinuto méně, než u kosterních svalových buněk?**

.....

**44. Uveď alespoň jednu odlišnost myozinu hladké svaloviny od myozinu svaloviny kosterní.**

.....  
.....

**45. Densní tělíska buněk hladkých svalů jsou analogická k ..... (doplň jednu z možností a-d) buněk kosterní svaloviny:**

- a) T-tubulům
- b) Z-diskům
- c) M-diskům
- d) L-tubulům

## Příloha 5.4

### Původní verze testu na učivo 2

#### **FYZIOLOGIE SLUCHOVĚ-ROVNOVÁŽNÉHO ÚSTROJÍ – Didaktický test**

Předkládaný test zjišťuje úroveň zvládnutí učiva *Fyziologie sluchově-rovnovážného ústrojí*.

Za každou správně zodpovězenou otázku se započítává 1 bod.

U úloh s nabídkou odpovědí je správná vždy **pouze 1** odpověď.

Maximální počet získaných bodů v testu je 42.

Jméno.....Studijní obor ..... Ročník ..... Datum .....

\*\*\*

#### **1. Která tekutina je ve styku se stěnou blanitého hlemýždě?**

- a) pouze endolymfa
- b) endolymfa i perilymfa
- c) pouze perilymfa
- d) žádné tvrzení není správné

#### **2. Sluchově-rovnovážný aparát je tvořen:**

- a) pouze hlemýžděm
- b) pouze polokruhovitými kanálky
- c) vejčítým váčkem (utricleus) a kulovitým váčkem (sacculus)
- d) hlemýžděm, polokruhovitými kanálky, vejčítým a kulovitým váčkem

#### **3. Vyber správné pořadí sluchových kůstek směrem od hlemýždě k ušnímu boltci:**

- a) kladívko, třmínek, kovadlinka
- b) třmínek, kovadlinka, kladívko
- c) kladívko, kovadlinka, třmínek
- d) třmínek, kladívko, kovadlinka

#### **4. Která ze sluchových kůstek rozechvívá bubínek?**

- a) třmínek
- b) kovadlinka
- c) kladívko
- d) ani jedna z těchto kůstek, bubínek je rozechvíván jiným mechanismem

#### **5. Kterou z následujících struktur nenalezneme ve středním uchu, nebo v jeho hranicích?**

- a) kulaté okénko
- b) kovadlinka
- c) tektoriální membrána
- d) bubínek

**6. Vnější zvukovod uzavírá:**

- a) oválné okénko
- b) Eustachova trubice
- c) bubínek
- d) žádná odpověď není správná, protože vnější zvukovod není uzavřenou trubicí

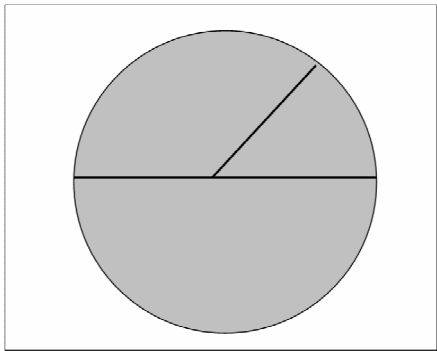
**7. Pohyb které z těchto struktur bezprostředně způsobuje rozechvění tekutin v hlemýždi?**

- a) bubínek
- b) oválné okénko
- c) kovadlinka
- d) kulaté okénko

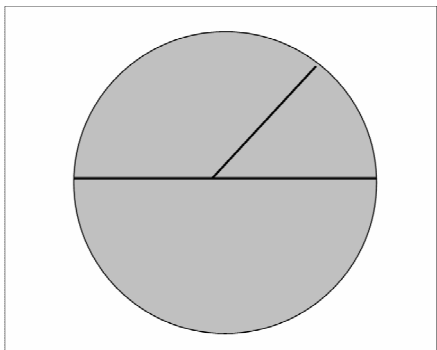
**8. Kolik závitů má hlemýžď v lidském uchu?**

- a) 2,5
- b) 3
- c) 4
- d) 1,5

**9. Na obrázku je schematické vyznačení příčného řezu trubicí hlemýždě. Pokus se vyznačit co nejpřesnější pozici sluchového orgánu.**



**10. Na obrázku je schematické vyznačení příčného řezu trubicí hlemýždě. Do jednotlivých pater hlemýždě vepiš název tekutiny, která je tam přítomna – endolymfa/perilymfa.**



**11. Vyber nepravdivé tvrzení: „Do vnitřního ucha patří...**

- a) ...utriculus a sacculus“
- b) ...perilymfa a bazilární membrána“
- c) ...Eustachova trubice a endolymfa“
- d) ...hlemýžď a polokruhovitě kanálky“

**12. Vyber nepravdivé tvrzení:**

- a) chvění sluchových kůstek se přenáší na tekutiny v hlemýždi
- b) kulaté i oválné okénko jsou součástí hlemýžďe
- c) vnější zvukovod je na rozhraní středního a vnitřního ucha
- d) endolymfa v hlemýždi není od endolymfy ve vestibulárním aparátu nijak izolována

**13. Je střední ucho člověka vyplněno tekutinou ? ANO/NE**

**Pokud ano, tak jakou? .....**

**14. Seřaď následující struktury (a-f) ve směru, kterým zvukové vlny postupně prochází uchem:**

- a) perilymfa                      .....▶.....▶.....▶.....▶.....▶.....
- b) ušní boltec
- c) kulaté okénko
- d) kovádlíka
- e) oválné okénko
- f) zvukovod

**15. Vyber nejsprávnější tvrzení o průchodu zvukových vln hlemýžďem:**

- a) zvukové vlny procházejí svrchním patrem hlemýžďe
- b) zvukové vlny procházejí spodním patrem hlemýžďe
- c) zvukové vlny procházejí svrchním i spodním patrem hlemýžďe
- d) zvukové vlny neprocházejí hlemýžďem vůbec

**16. Hluboké tóny (o nízké frekvenci):**

- a) jsou nejvíce registrovány smyslovými buňkami umístěnými při bázi hlemýžďe
- b) jsou vnímány rovnoměrně všemi smyslovými buňkami hlemýžďe
- c) jsou nejvíce registrovány smyslovými buňkami umístěnými při bázi a vrcholu hlemýžďe
- d) jsou nejvíce registrovány smyslovými buňkami umístěnými při vrcholu hlemýžďe

**17. Jak se chová kulaté okénko při průchodu vysokého tónu uchem?**

- a) vyklenuje se do spodního patra hlemýžďe
- b) vyklenuje se do svrchního patra hlemýžďe
- c) jeho tvar se nemění
- d) vyklenuje se směrem do středoušní dutiny

**18. Jak se nazývá pružná část hlemýžďe, která reaguje na zvukové vlny kmitnutím, které je nezbytné pro aktivaci smyslových buněk?**

.....

**19. Jaké je funkce tektoriální membrány sluchového orgánu?**  
.....

**20. S kterou tekutinou jsou v přímém kontaktu vlásky smyslových buněk vnitřního ucha?**

- a) jen s perilymfou
- b) jen s endolymfou
- c) s perilymfou i endlymfou
- d) ani s perilymfou ani s endolymfou

**21. Co neplatí pro vnější vláskové buňky sluchového orgánu:**

- a) jsou uspořádány ve 3 řadách
- b) mají schopnost kontrakce
- c) reagují výhradně na vysoké tóny
- d) zdokonalují sluchové vnímání

**22. Vrátká iontových kanálů vlásků smyslových buněk sluchového (Cortiho) orgánu jsou řízena:**

- a) tlakem
- b) chemicky
- c) elektricky
- d) chemicky a elektricky

**23. Vzruchy vznikající ve smyslových buňkách Cortiho orgánu:**

- a) jsou vyvolány vlněním, které se šíří od Eustachovy trubice
- b) jsou dále vedeny vestibulárním nervem
- c) jsou převáděny do spánkového laloku mozkové kůry k vyhodnocení
- d) slouží k uvědomování si polohy a pohybu hlavy

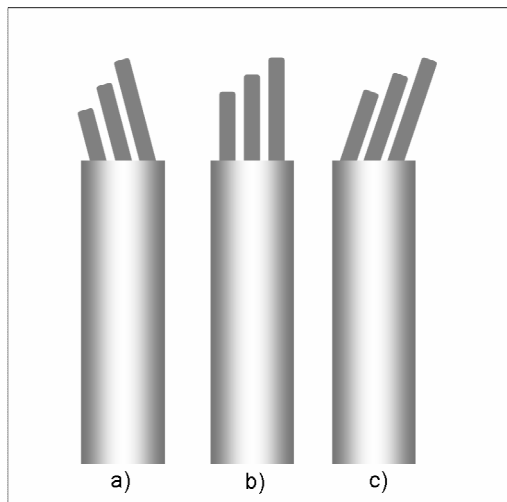
**24. Aktivace vláskových sluchových buněk je zajištěna depolarizací jejich membrány, která je následkem:**

- a) proudem iontů  $K^+$  do nitra buněk
- b) proudem iontů  $K^+$  z nitra buněk
- c) proudem iontů  $Ca^{2+}$  z nitra buněk
- d) proudem iontů  $Ca^{2+}$  do nitra buněk

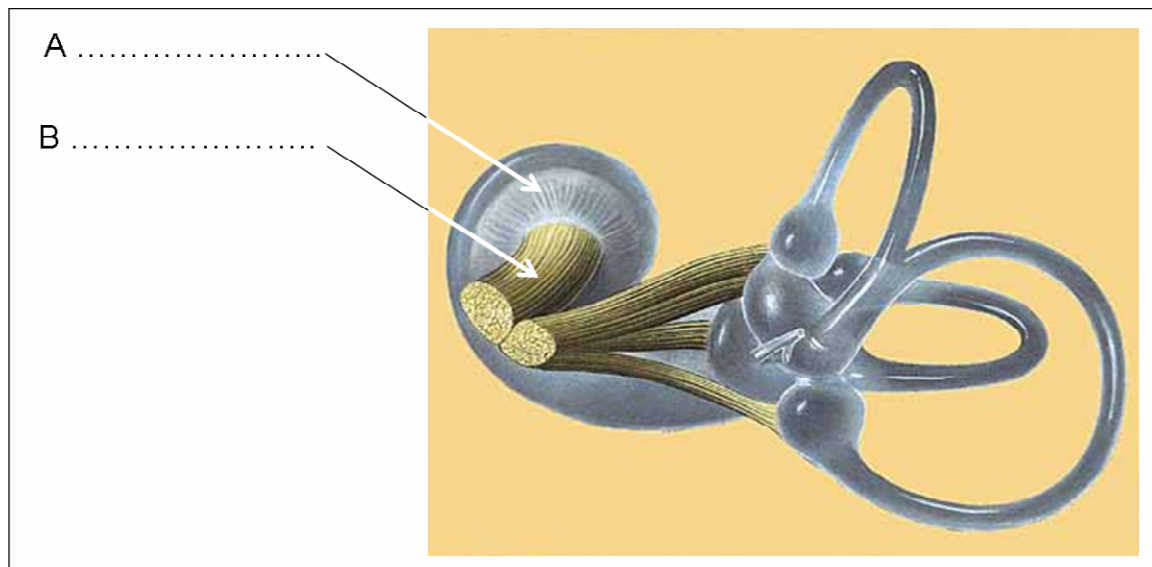
**25. Změna napětí mezi prostředím vláskové sluchové buňky a jejím okolím vede bezprostředně k:**

- a) otevření iontových kanálů pro  $Ca^{2+}$
- b) uzavření iontových kanálů pro  $Ca^{2+}$
- c) otevření iontových kanálů pro  $K^+$
- d) uzavření iontových kanálů pro  $K^+$

26. Na obrázku je sluchová buňka s vlásky, které jsou vždy v jiné poloze. Pokud se iontové kanály nacházejí v blízkosti vrcholu vlásků, ve kterém případě (a-c) dochází k nejintenzivnější výměně iontů mezi buňkou a okolím?



27. Na obrázku je zobrazena část vnitřního (levého) ucha při pohledu zezadu. Rozhodni, o jaké struktury (A a B) se jedná ?



28. Na základě svých vědomostí o funkci sluchového orgánu se pokus rozhodnout, jaký následek na sluch člověka by mělo „ulámání“ vlásků smyslových buněk sluchového orgánu.

.....

29. Vestibulární aparát je uložen v:

- a) labyrintu vnějšího ucha
- b) labyrintu středního ucha
- c) labyrintu vnitřního ucha
- d) ani jedna odpověď není správná, vestibulární aparát je uložen mimo ucho

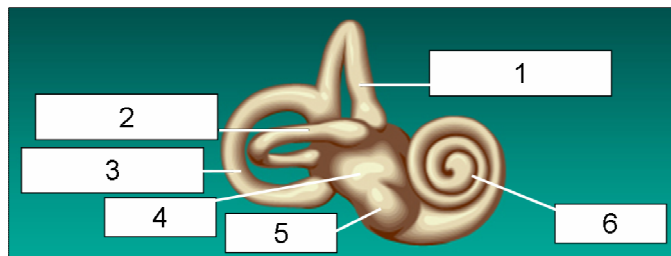
**30. Kolik prostorově izolovaných smyslových orgánů bychom našli ve vestibulárním aparátu:**

- a) 2
- b) 3
- c) 4
- d) 5

**31. Podej možné vysvětlení, proč jsou polokruhové kanálky umístěny vzájemně kolmo na sebe.**

.....

**32. Na obrázku je zobrazen člověk sedící na rotačním křesle, které vykonává pohyb. Kde se nacházejí buňky, které jsou při tomto pohybu nejvíce stimulovány? Vyber jednu z možností 1-6 na obrázku vpravo.**



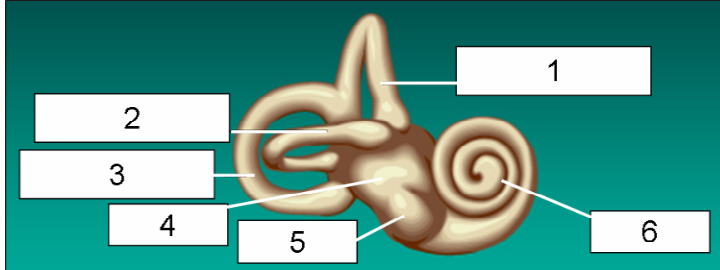
**33. Prohlédni si obrázek skokana do vody. Která z částí jeho těla (a-d) bude nejvíce registrovat pohyb, ve kterém byl sportovec zachycen na fotografii?**

- a) utriculus
- b) Cortiho orgán
- c) jeden z polokruhovitých kanálků
- d) sacculus



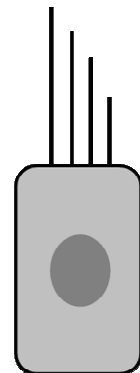
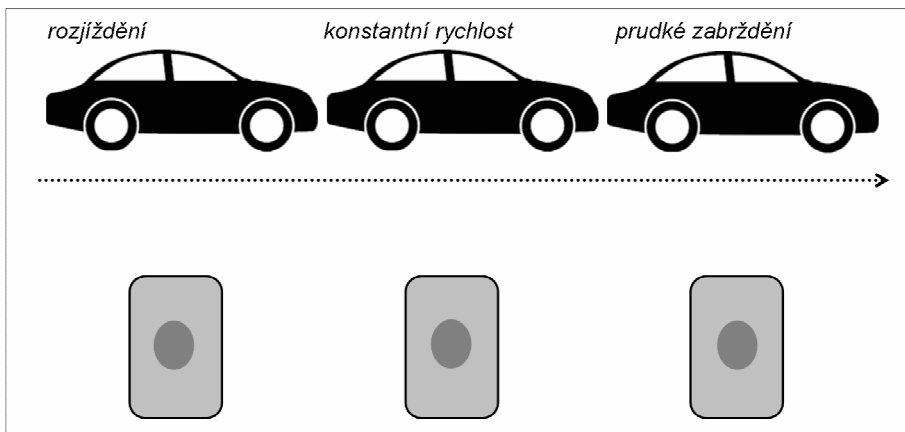
34. V jakých částech útvaru, který je na obrázku, nalezneme otolity:

- a) 1, 2, 3
- b) 1, 2, 3, 4, 5
- c) 1, 2, 3, 4, 5, 6
- d) 4, 5



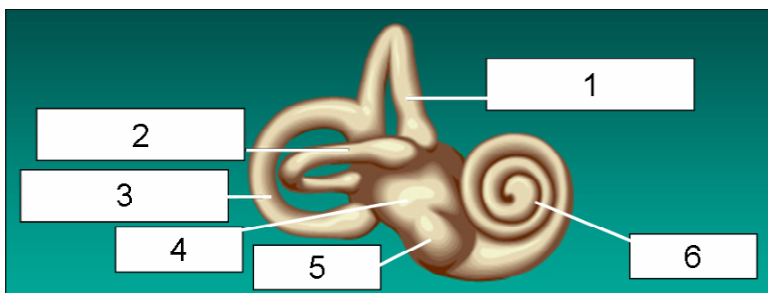
35. Představte si situaci, kdy člověk sedí ve stojícím autě. Na obrázku vpravo je smyslová buňka vestibulárního aparátu, která slouží k registraci lineárního pohybu.

Pokus se do obrázku dole zakreslit, jak zareagují vlásky buňky na rozjíždění auta, jaká bude jejich pozice během jízdy auta (pokud se auto lineárně pohybuje konstantní rychlostí) a jaká bude reakce vlásků na prudké zabrždění auta.



36. Představte si situaci, že stojíte vzpřímeně a náhle prudce zakloníte hlavu. Kde se nacházejí buňky, které jsou při tomto pohybu nejvíce stimulovány? Vyber dvě z možností 1-6 na obrázku.

.....





**37. Jaký důsledek pro vestibulární aparát by mělo fiktivní vyschnutí endolymfy?**

.....

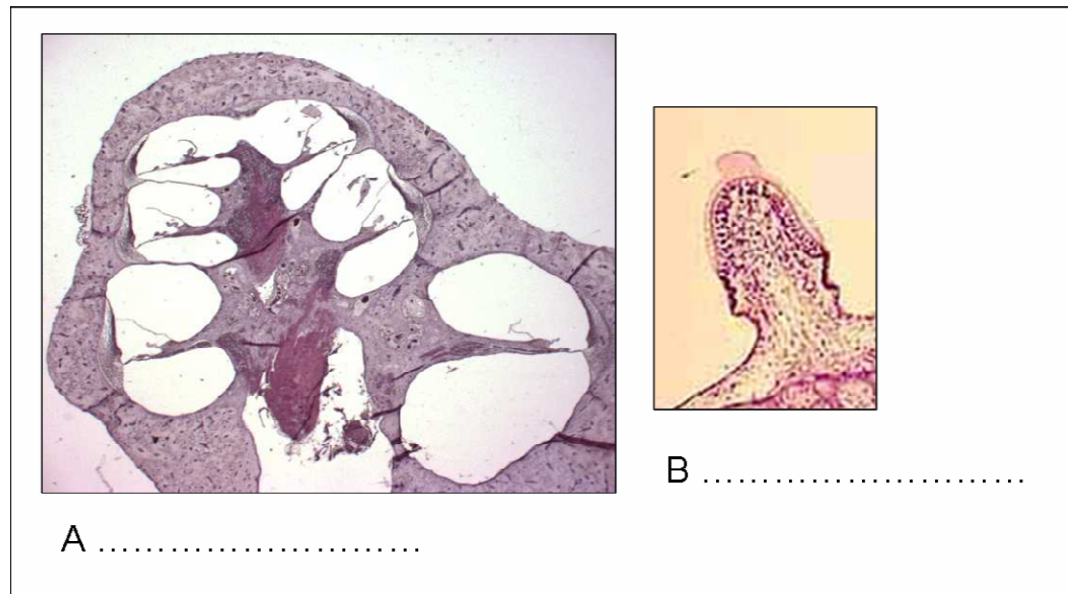
**38. Vnímání změn působení gravitační síly je úkolem**

- a) utriculu a sacculu
- b) Cortiho orgánu
- c) polokruhovitých kanálků
- d) žádná z nabízených možností není správná; u člověka není tento smysl vyvinut

**39. Vyber nepravdivé tvrzení:**

- a) endolymfa v polokruhovitých kanálkách se pohybuje proti směru daného pohybu hlavy
- b) báze každého polokruhovitého kanálku se rozšiřuje v tzv. ampulu, která je vlastním sídlem smyslových buněk
- c) na lineární pohyb člověka jsou polokruhovité kanálky velmi citlivé
- d) rosolovitá vyvýšenina v polokruhovitých kanálkách je umístěna kolmo k rovině, ve které je daný kanálek umístěn

**40. Na obrázcích (A a B) jsou histologické řezy některými částmi sluchově-rovnovážného ústrojí. Poznáš o které struktury se jedná?**



**41. Napiš alespoň jednu vlastnost společnou smyslovým buňkám sluchového a vestibulárního orgánu .....**

**42. Proč jsou jednotlivé sousední vlásky smyslových buněk sluchově-rovnovážného aparátu nestejně dlouhé?**

.....

Příloha 6.1

Výsledky vstupních testů a testů na učivo 1 v zimním semestru

<i>číslo studenta</i>	<i>skupina</i>	<i>obor</i>	<i>pohlaví</i>	<i>vstupní test (bodů)</i>	<i>didaktický test učivo 1 (bodů)</i>
1	K	MBB	Ž	24	38
2	K	MBB	Ž	20	31
3	K	MBB	Ž	18	30
4	K	MBB	Ž	22	30
5	K	MBB	Ž	15	28
6	K	MBB	Ž	15	27
7	K	MBB	Ž	20	27
8	K	MBB	Ž	15	23
9	K	MBB	Ž	10	22
10	K	MBB	Ž	20	22
11	K	MBB	Ž	13	22
12	K	MBB	Ž	21	21
13	K	MBB	Ž	10	21
14	K	MBB	Ž	18	19
15	K	MBB	Ž	16	18
16	K	MBB	Ž	14	15
17	M	SBE	Ž	24	39
18	M	SBE	Ž	18	34
19	M	SBE	M	25	31
20	M	SBE	M	26	30
21	M	SBE	Ž	13	27
22	M	SBE	Ž	18	27
23	M	SBE	Ž	14	18
24	M	SBE	Ž	20	17
25	M	SBE	Ž	16	11
26	M	MBB	Ž	26	38
27	M	MBB	Ž	15	17
28	L	MBB	M	24	39
29	L	MBB	Ž	22	30
30	L	MBB	Ž	21	26
31	L	MBB	Ž	18	21
32	L	MBB	Ž	18	21
33	L	MBB	Ž	12	20
34	L	MBB	Ž	16	20
35	L	MBB	Ž	18	15
36	L	MBB	Ž	16	15
37	L	MBB	Ž	24	14
38	L	MBB	Ž	12	14
39	L	MBB	Ž	19	13
40	L	MBB	Ž	11	11
41	L	MBB	Ž	16	11
42	N	BIOCH	Ž	16	32
43	N	BIOCH	Ž	14	25
44	N	BIOCH	M	17	23
45	N	BIOCH	Ž	17	22
46	N	BIOCH	Ž	18	21
47	N	BIOCH	Ž	12	22
48	N	MBB	Ž	22	25

Příloha 6.2

Výsledky vstupních testů a testů na učivo 2 v zimním semestru

<i>číslo studenta</i>	<i>skupina</i>	<i>obor</i>	<i>pohlaví</i>	<i>vstupní test (bodů)</i>	<i>didaktický test učivo 2 (bodů)</i>
1	O	OTŽP	Ž	19	30
2	O	OTŽP	M	7	27
3	O	OTŽP	M	12	14
4	O	OTŽP	M	9	8
5	O	OTŽP	Ž	10	20
6	O	OTŽP	Ž	16	14
7	O	OTŽP	M	15	27
8	O	OTŽP	M	7	12
9	O	OTŽP	Ž	9	24
10	O	OTŽP	M	12	18
11	O	OTŽP	Ž	12	10
12	O	OTŽP	Ž	16	19
13	O	OTŽP	Ž	11	14
14	O	OTŽP	Ž	11	11
15	P	BF	Ž	9	20
16	P	BF	Ž	19	33
17	P	OTŽP	M	10	21
18	P	OTŽP	M	8	23
19	P	OTŽP	M	15	15
20	P	OTŽP	M	25	34
21	P	OTŽP	M	5	9
22	P	OTŽP	M	17	26
23	P	OTŽP	Ž	23	32
24	P	OTŽP	Ž	12	25

Příloha 6.3

Výsledky vstupních testů a testů na učivo 1 v letním semestru

<i>číslo studenta</i>	<i>skupina</i>	<i>obor</i>	<i>pohlaví</i>	<i>vstupní test (bodů)</i>	<i>korigovaný didaktický test učivo 1 (bodů)</i>
1	R	Bi-Ch	Ž	15	8
2	R	Bi-Ch	M	13	17
3	R	Bi-Ch	M	25	28
4	R	Bi-Ch	Ž	12	12
5	R	Bi-Ch	Ž	11	11
6	R	Bi-Ch	Ž	13	16
7	R	Bi-M	Ž	20	29
8	R	Bi-M	Ž	16	29
9	R	Bi-M	Ž	14	13
10	R	Bi-F	Ž	15	21
11	R	Bio-Z	Ž	6	18
12	S	Bi-Geo	Ž	12	7
13	S	Bi-Geo	Ž	15	7
14	S	Bi-Geo	M	13	5
15	S	Bio-Z	Ž	13	7
16	S	Bio-Z	Ž	16	12
17	S	Bio-Z	Ž	5	9
18	S	Bio-Z	M	18	9
19	S	Bio-Z	Ž	13	13
20	S	Bi-F	M	26	21
21	S	Bi-F	Ž	6	7
22	S	Bi-Tv	Ž	15	12
23	S	Bi-Z	Ž	10	7
24	T	Bi-Z	Ž	13	5
25	T	Bi-Z	Ž	17	14
26	T	Bi-Z	M	17	8
27	T	Bi-Z	M	7	5
28	T	Bi-Z	Ž	13	8
29	T	Bi-Z	Ž	16	14
30	T	Bi-Z	Ž	12	11
31	T	Bi-Z	Ž	16	13
32	T	Bi-Z	Ž	15	8
33	T	Bi-Z	M	9	11
34	T	Bi-Z	Ž	10	12
35	T	Bi-Z	M	13	9
36	T	Bi-Z	M	13	8
37	T	Bi-Z	Ž	6	8
38	T	Bi-Z	Ž	13	9
39	T	Bi-Z	Ž	18	12
40	U	Bi-Tv	Ž	19	9
41	U	Bi-Tv	Ž	15	10
42	U	Bi-Tv	M	18	9
43	U	Bi-Tv	Ž	17	11
44	U	Bi-Tv	Ž	21	20
45	U	Bi-Tv	Ž	19	28
46	U	Bi-Tv	M	21	22
47	U	Bi-Tv	Ž	16	7
48	U	Bi-Tv	Ž	23	21
49	U	Bi-Z	Ž	13	17

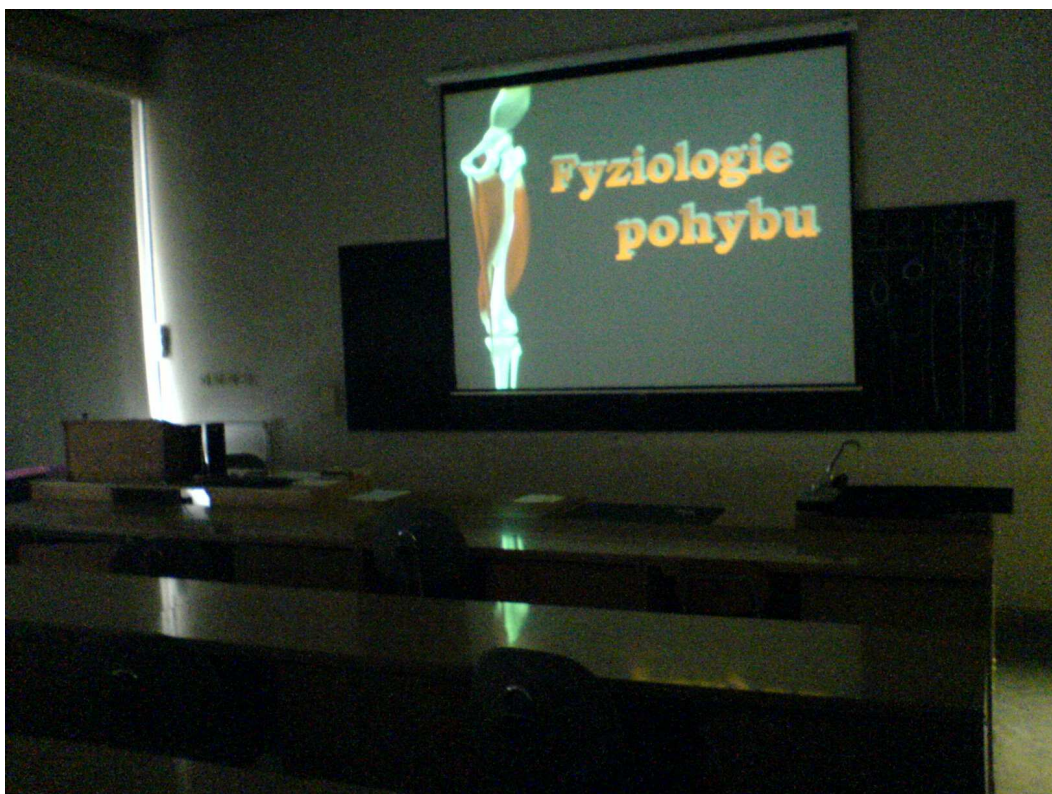
Příloha 6.4

Výsledky vstupních testů a testů na učivo 2 v letním semestru

<i>číslo studenta</i>	<i>skupina</i>	<i>obor</i>	<i>pohlaví</i>	<i>vstupní test (bodů)</i>	<i>korigovaný didaktický test učivo 2 (bodů)</i>
1	R	Bi-Ch	Ž	15	10
2	R	Bi-Ch	M	13	12
3	R	Bi-Ch	M	25	27
4	R	Bi-Ch	Ž	12	15
5	R	Bi-Ch	Ž	11	13
6	R	Bi-Ch	Ž	13	18
7	R	Bi-M	Ž	20	26
8	R	Bi-M	Ž	16	28
9	R	Bi-M	Ž	14	23
10	R	Bi-F	Ž	15	13
11	R	Bio-Z	Ž	6	11
12	S	Bi-Geo	Ž	12	19
13	S	Bi-Geo	Ž	15	19
14	S	Bi-Geo	M	13	19
15	S	Bio-Z	Ž	13	15
16	S	Bio-Z	Ž	16	26
17	S	Bio-Z	Ž	5	19
18	S	Bio-Z	M	18	28
19	S	Bio-Z	Ž	13	27
20	S	Bi-F	M	26	31
21	S	Bi-F	Ž	6	21
22	S	Bi-Tv	Ž	15	26
23	S	Bi-Z	Ž	10	26
24	T	Bi-Z	Ž	13	9
25	T	Bi-Z	Ž	17	12
26	T	Bi-Z	M	17	16
27	T	Bi-Z	M	7	8
28	T	Bi-Z	Ž	13	13
29	T	Bi-Z	Ž	16	12
30	T	Bi-Z	Ž	12	14
31	T	Bi-Z	Ž	16	13
32	T	Bi-Z	Ž	15	14
33	T	Bi-Z	M	9	14
34	T	Bi-Z	Ž	10	14
35	T	Bi-Z	M	13	8
36	T	Bi-Z	M	13	11
37	T	Bi-Z	Ž	6	12
38	T	Bi-Z	Ž	13	12
39	T	Bi-Z	Ž	18	14
40	U	Bi-Tv	Ž	19	28
41	U	Bi-Tv	Ž	15	25
42	U	Bi-Tv	M	18	23
43	U	Bi-Tv	Ž	17	24
44	U	Bi-Tv	Ž	21	31
45	U	Bi-Tv	Ž	19	31
46	U	Bi-Tv	M	21	29
47	U	Bi-Tv	Ž	16	20
48	U	Bi-Tv	Ž	23	26
49	U	Bi-Z	Ž	13	26

## Příloha 7

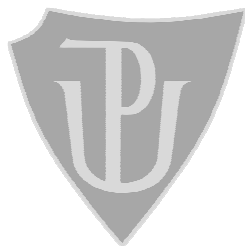
Ukázka fotodokumentace z experimentální výuky (prezentační plochy v učebnách z pohledu studentů; foto: Hlaváček, 2011)



**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**

**Pedagogická fakulta**

Ústav pedagogiky a sociálních studií



**Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie**

**Autoreferát disertační práce**

Mgr. Lukáš Hlaváček

OLOMOUC 2012

*„Jakýkoliv průnik do složité problematiky didaktického obrazu, objektivizace některých aspektů jeho tvorby a percepce vizuálních stimulů a jejich ověření mohou být u tak významného a frekventovaného pedagogického média přínosem k modernizačnímu úsilí našeho školství, ke zkvalitnění a vyšší efektivitě výchovně vzdělávacího procesu.“*

Prof. Zdeněk Macek, 1986

## Poděkování

V těchto místech bych rád poděkoval všem, kteří mi byli jakýmkoliv způsobem nápomocni během vypracování této práce. Poděkování patří především RNDr. Ivaně Fellnerové, Ph.D. za odborné vedení práce, poskytování cenných připomínek a psychickou podporu. Kromě toho chci také poděkovat za její účast v pedagogickém experimentu a skutečnost, že mi byla při zpracování disertační práce kdykoliv nápomocna radou.

Osobní dík patří PhDr. Renému Szotkowskému, Ph.D. za jeho velkou ochotu a poskytnutí řady metodologických konzultací. Mezi další, kterým bych chtěl poděkovat za důležité připomínky z oblasti metodologie, patří prof. PhDr. Miroslav Chráska, CSc., prof. PhDr. Jan Průcha, CSc., prof. PhDr. Jiří Mareš, CSc., prof. PhDr. Peter Gavora, CSc. a pracovníci Institutu výzkumu školního vzdělávání Pedagogické fakulty Masarykovy Univerzity v Brně.

Z velkého množství zahraničních odborníků, kteří mi poskytli neobyčejně cenné rady, chci zmínit především prof. Richarda E. Mayera z University of California v USA, prof. Barbaru Tversky ze Stanford University v USA, prof. Wolfganga Schnotze z Univerzität Koblenz-Landau v Německu, Dr. Tima Höfflera z Christian-Albrechts Univerzität zu Kiel v Německu a prof. Mireille Bétrancourt z Université de Genève ve Švýcarsku.

Poděkování bych chtěl vyjádřit také odborným pedagogickým pracovníkům Univerzity Palackého v Olomouci, kteří byli ochotni převzít roli expertních posuzovatelů didaktických testů, jmenovitě RNDr. Lubomíru Kinclovi, CSc., Doc. RNDr. Lubomíru Krejčovskému, CSc., prof. RNDr. Vítězslavu Bičíkovi, CSc. a MUDr. Kateřině Kikalové, Ph.D. Vyzdvihnout bych chtěl pomoc Dr. Lubomíra Kincla, jež v roli expertního posuzovatele prokázal neobyčejnou pečlivost a svědomitost a který bohužel v těchto dnech již není mezi námi.

V neposlední řadě chci poděkovat celé mojí rodině za podporu, velkou trpělivost a toleranci k mým studijním a pracovním povinnostem.

### **Tato disertační práce vznikla za podpory následujících grantů:**

CZ.1.07./2.2.00/15.0252 „Kreativní přístup ve výuce fyziologie – integrované (motivační) vzdělávací moduly“

PdF\_2012\_042 „Hodnocení informovanosti studentů gymnázií v problematice zhoubných onemocnění tlustého střeva a tvorba multimediálních výukových materiálů“

PdF\_2011\_037 „Nové trendy v zoologické systematice a biologii člověka“

PdF\_2010\_048 „Nové přístupy v biologii a biologickém vzdělávání“



**Autor:** Mgr. Lukáš Hlaváček

**Název:** Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie

**Studijní obor:** Pedagogika

**Školitel:** RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.  
(Katedra zoologie a antropologie PřF UP v Olomouci)

**Oponenti práce:** PaedDr. Milan Kubiátko, Ph.D.  
(Institut výzkumu školního vzdělávání PdF MU v Brně)  
doc. PaedDr. Miroslav Kopecký, Ph.D.  
(Katedra antropologie a zdravotní PdF UP v Olomouci)

**Místo a termín obhajoby:** PdF UP v Olomouci .....

**Místo vystavení práce:** PdF UP v Olomouci

# OBSAH

<b>1 Úvod</b> .....	5
<b>2 Stručný souhrn současného stavu řešené problematiky a teoretická východiska</b> .....	7
<b>3 Struktura a cíle disertační práce</b> .....	10
<b>4 Metodologie empirického výzkumu</b> .....	13
4.1 Cíle empirického výzkumu disertační práce .....	13
4.2 Vymezení výzkumného pole, formulace výzkumných problémů a hypotéz .....	14
4.3 Charakteristika výzkumného souboru .....	19
4.4 Metody použité ve výzkumu .....	21
4.5 Návrh experimentálního plánu .....	22
4.6 Tvorba výukových materiálů a specifikace výukových metod .....	23
4.7 Tvorba didaktických testů .....	25
4.8 První fáze experimentu .....	30
4.9 Druhá fáze experimentu .....	35
<b>5 Výsledky empirického výzkumu</b> .....	37
<b>6 Závěr</b> .....	40
<b>7 Výběr z použité literatury a zdrojů</b> .....	46
<b>8 Seznam příloh disertační práce</b> .....	53
<b>Abstrakt a klíčová slova</b> .....	54
<b>Publikační a grantová činnost autora disertační práce</b> .....	56

## PŘÍLOHY

**Časový harmonogram empirického výzkumu disertační práce**

**Graficky vyjádřený experimentální plán realizovaného empirického výzkumu**

# 1 Úvod

Obraz je jedním z nejstarších a nejfrekventovanějších didaktických prostředků, ať již v podobě ilustrace (kterou nalezneme již v díle Komenského), později v podobě nástěnného obrazu, nebo dnes v pestrých formách moderního počítačového obrazu statického či dynamického. Přes velkou tradici a přínos je problematika didaktického obrazu v pedagogických souvislostech prostudována poměrně málo (Mareš, 2002). Na počátku 21. století však v pedagogice a psychologii (především zahraniční) zaznamenáváme velký rozvoj výzkumu založeného na obrazovém materiálu (*image-based research*), a to zejména v souvislosti s výrazným rozvojem moderních technologií umožňujících vizualizaci učiva. Je nepochybné, že tato vizualizace může výrazným způsobem proces učení zefektivnit, ztraktivnit a přispět ke kvalitním vzdělávacím výsledkům. Proto jsou výzkumy na tomto poli velmi potřebné a aktuální.

Školství většiny vyspělých zemí je charakteristické postupným zaváděním moderních multimediálních pomůcek do výuky. Prostřednictvím těchto prostředků, poskytujících různé formy vizualizace učiva, mají dnešní učitelé více než kdykoliv jindy možnost aplikovat princip názorné výuky. Pedagogická teorie je soustavně obohacována o mnoho empirických důkazů, že multimediální vyučování je skutečně účinné a opodstatněné (Mayer, 2001). Je však žádoucí, aby se budoucí výzkumy v této oblasti oprostily od pouhé komparace multimediálního vyučování s vyučováním tradičním (ať již různě pojatým), ale hlouběji pronikaly do této problematiky např. zjišťováním účinnosti různých forem multimediálních výukových prostředků v konkrétních situacích.

V rámci oblasti multimediálního vyučování je (kromě účinnosti statických didaktických obrazů) věnována stále větší pozornost výzkumům zaměřených na účinnost výukových obrazů dynamických (dynamická vizualizace učiva) resp. srovnávání jejich účinnosti s účinností obrazů statických (statická vizualizace učiva). Tento trend je charakteristický pro pedagogiku vyspělých zahraničních zemí. V podmínkách českého školství výzkumy podobného charakteru prozatím chybějí, což bylo jedním z hlavních impulzů zpracování empirického výzkumu a disertační práce v této oblasti.

Zkoumání účinnosti různých forem vizualizace bylo v pedagogickém výzkumu této práce aplikováno na vysokoškolský učební předmět „fyziologie člověka“, jež popisuje funkce

lidského těla. Pro fyziologické procesy, tvořící hlavní náplň tohoto předmětu, je charakteristických několik vlastností. Jedná se o procesy dynamické, vzájemně provázané, velmi komplikované svým průběhem a tím i obtížné z pozice učitele na jejich vysvětlení a z pozice studentů na jejich pochopení. Kromě stále přetrvávajících tradičních verbálních postupů lze dnes fyziologické učivo prezentovat prostřednictvím různých vizuálních prostředků. Vedle statických didaktických obrazů se v moderní výuce biologických oborů začínají objevovat různé typy obrazů dynamických.

Účinnost statické a dynamické vizualizace učiva je v posledních letech předmětem zájmu mnoha výzkumníků celého světa (např. Barak et al., 2011, Arguel, Jamet, 2009; Kühn et al., 2011a,b; Lewalter, 2003; Mayer et al., 2005; Paas et al., 2007; Tversky et al., 2002). Výsledky jednotlivých studií však nejsou konzistentní a další zkoumání v této oblasti je proto nanejvýš žádoucí. Stěžejní úlohou disertační práce je přispět k dosavadním výsledkům na tomto poli realizací výzkumu zaměřeného na srovnávání účinnosti statické vs. dynamické vizualizace učiva, a to v konkrétním případě výuky vybrané biologické disciplíny na vysoké škole.

## **2 Stručný souhrn současného stavu řešené problematiky a teoretická východiska práce**

Centrální postavení v názorné výuce vždy zaujímal a stále zaujímá obraz. Podle formy zobrazení z hlediska pohybu se obrazy dělí na statické (statická vizualizace) a dynamické (dynamická vizualizace). Rozdíl mezi statickou a dynamickou vizualizací popisují např. Schnotz a Lowe (2008), podle nichž představuje dynamická vizualizace vyobrazení, které plynule (spojitě) popisuje sled po sobě jdoucích dějů a obraz tak postupně mění svoji strukturu. Naproti tomu vizualizace statická nezobrazuje žádný plynulý pohyb, ale pouze dílčí specifické momenty daného děje. Dynamické výukové obrazy jsou nejčastěji reprezentovány počítačovými výukovými animacemi a videoklipy.

Empirický výzkum této disertační práce, který byl zaměřen na porovnání účinnosti statické a dynamické vizualizace ve výuce biologických oborů, patří v podmínkách českého školství mezi pilotní. Zkoumání účinnosti různých forem vizualizace učiva je již několik let předmětem zájmu mnoha zahraničních výzkumníků (z řad pedagogů a psychologů); české výzkumy na tomto poli zatím patří mezi ojedinělé.

Po důkladném prostudování množství studií v dané oblasti lze dospět k názoru, že výsledky jednotlivých výzkumů jsou velmi heterogenní. Přesto, že z mnoha studií jednoznačně vyplynul pozitivní efekt dynamické vizualizace (v porovnání se statickými obrazy) na vzdělávací výsledky (např. Catrambone, Seay, 2002; Hidrio, Jamet, 2002; Mayer, Chandler, 2001; Rieber et al., 2004; Yang et al., 2003), k dispozici je i řada studií, u kterých byl tento efekt méně výrazný či nulový (např. Boucheix, Schneider, 2009; Hegarty et al., 2003; Lewalter, 2003; Lowe, 2003; Mayer, 2005; Mayer et al., 2005; Schnotz et al., 1999; Tversky et al., 2002) a nebo dokonce negativní (např. Lowe, 1999, 2004; Schnotz et al., 1999). Mnoho příkladů neúspěchu využití výukových animací lze nalézt v review Bétrancourt a Tversky (2000) a zjistit, že v řadě výzkumů se animace ukázaly jako neefektivní a pokud měly prokázat převahu v účinnosti nad statickými formami vizualizace, často selhávaly. Rozsáhlá metaanalýza Höfflera a Leutnera (2007) však prokázala všeobecně vyšší účinnost výukových animací (v kontrastu s obrazy statickými). Nelze tedy jednoznačně tvrdit, která forma vizualizace je za všech okolností účinnější.

Mnohé výzkumy již upustily od obecného porovnávání účinnosti statické a dynamické vizualizace a hledají odpovědi na otázky, jaké formy statické/dynamické vizualizace jsou za daných okolností nejúčinnější. Tak jsou např. porovnávány animace

interaktivní/neinteraktivní (např. Hegarty, 2004), animace pomalé/rychlé (Fischer et al., 2008), animace segmentované/nesegmentované (např. Mayer, Chander, 2001), animace s tzv. signálními vodítky nebo bez nich (např. Lusk, Atkinson, 2007), animace či statické obrazy doprovázené mluveným projevem učitele/textem na obrazu (např. Köhl et al., 2011b), animace či obrazy schematické/realistické (např. Mayer et al., 2007) apod.

Kromě samotných vlastností obrazových materiálů bývá také (v kontextu jejich účinnosti) zkoumána role dalších faktorů, jako např. osobnostních charakteristik studentů (dosavadní znalosti, prostorová představivost, kompetence učit se z vizuálií, kognitivní styl, motivace apod. – např. Höffler et al., 2010; Höffler, Leutner, 2011; Kombartzky et al., 2010; Mayer, Maasa, 2003) nebo charakteru nástroje měřícího výsledky učení (např. Köhl et al., 2011a; Yang et al., 2003). V některých výzkumech bývají do pozice proměnných stavěny i např. organizační formy výuky (např. Schnotz et al., 1999) nebo náročnost a specifika učiva (např. Mayer et al., 2005). Vedle účinnosti jednotlivých forem vizualizace učiva bývají měřeny i takové charakteristiky, jako např. kognitivní zátěž či motivace při učení se z těchto výukových materiálů (např. Barak et al., 2011), nebo čas potřebný k osvojení učiva. K dispozici jsou i výsledky výzkumů, které srovnávají účinnost statické vizualizace, dynamické vizualizace a kombinace statické a dynamické vizualizace (např. Arguel, Jamet, 2009; Paas et al., 2007).

Výzkumů v oblasti porovnávání účinnosti statické a dynamické vizualizace bylo za posledních 20 let provedeno v různých vyspělých zemích celého světa velmi mnoho. Každý z těchto výzkumů je ale natolik specifický, že jej lze obtížně porovnávat s výzkumy na první pohled podobnými. Na pozadí každého takového výzkumu stojí totiž kombinace velkého množství faktorů, které mohou stát za skutečnou účinností/neúčinností daných forem vizualizace. Tyto faktory se vztahují jednak vlastnostem vizualizovaných výukových materiálů a samotného učiva, dále k charakteristikám respondentů ale i vlastnostem nástrojů měřících výsledky výuky a v neposlední řadě k charakteru prostředí, do kterého je daný experiment zasazen. Jedná se tedy o problematiku neobyčejně komplexní a složité.

Teoretickým východiskem pro pedagogický výzkum této práce byla (podobně jako ve většině citovaných zahraničních studií) *Kognitivní teorie multimediálního učení (Cognitive Theory of Multimedia Learning; Mayer, 1997, 2001; Schnotz et al., 1999, 2003)* a především *Teorie kognitivní zátěže (Cognitive Load Theory; Chandler, 2004; Chandler, Sweller, 1991; Paas et al., 2003; Sweller, 1994; Van Merriënboer, Ayres, 2005)*.

Z teorie multimediálního vyučování vyplývá, že prezentace učiva rozličnými formami a zapojení více smyslů při učení podporuje dosahování kvalitních vzdělávacích výsledků. Množství empirických nálezů potvrdilo, že lidé se učí lépe z kombinace text + obraz, než jen z textu samotného, a proto může být verbální vyučování podpořené obrazy velmi efektivní (Levie, Lentz, 1982; Plass et al, 1998 atd.). Mayer a Moreno (2002) prokázali, že základní principy teorie multimediálního učení jsou platné pro učení se z animací stejně tak, jako pro učení se ze statických obrázků.

Multimediální vyučování však nemusí být účinné samo o sobě. To je jedním z východisek teorie kognitivní zátěže, která tvrdí, že pokud má mít vyučování kvalitní výsledky, musí být učivo prezentováno nejen verbálně, ale i graficky, avšak zároveň tak, aby nároky na zpracování učiva respektovaly kapacitu pracovní paměti (Baddeley, 1992). Pracovní paměť, která je potřebná ke zpracování nových informací, je kapacitně i časově omezena a její přetížení může mít za následek nedokonalé uložení informací do dlouhodobé paměti. Teorie kognitivní zátěže vymezuje několik typů „kognitivního zatížení“ (*cognitive load*), z nichž nejdůležitějšími jsou tzv. „*Intrinsic cognitive load (ICL)*“ a „*Extraneous cognitive load (ECL)*“. ICL je dáno komplexností a náročností učiva a nemůže být pod vlivem učitele nebo tvůrce výukového materiálu. Naproti tomu ECL je zátěží, která je určena formou prezentace učiva. Výzkumníci se zabývají především ECL, neboť je plně pod kontrolou autora daného učebního materiálu a v závislosti na jeho podobě může různou měrou zatěžovat pracovní paměť a tím i modifikovat účinnost dané výukové metody.

Převážná většina empirických prací porovnávajících účinnost různých forem vizualizace je stavěna a diskutována na podkladu teorie kognitivní zátěže; nejinak je tomu i v této práci. Základním východiskem je fakt, že výukové animace (dynamická vizualizace) a výukové obrázky (statická vizualizace) vykazují určité parametry, které snižují/zvyšují nároky na pracovní paměť, což se promítá do jejich pedagogické účinnosti.

### 3 Struktura a cíle disertační práce

Předkládaná disertační práce je členěna na část teoretickou a empirickou. Teoretické část seznamuje čtenáře s problematikou vizualizace, a to nejprve v širších souvislostech a následně především v návaznosti na výukový proces. Zde se vizualizace ocitá v kontextu názornosti, multimediálního vyučování, vizuálních prvků v učebních materiálech, ale i moderních prostředků umožňujících vizualizaci učiva ve škole. Dále je věnován prostor didaktickému obrazu a jeho teorii, českým pedagogicko-psychologickým výzkumům založených na obrazovém materiálu a otázkám požadavků na efektivní didaktický obraz na obecné úrovni.

Teoretický oddíl práce pokračuje pojednáním o formách vizualizace, jejichž účinnost je předmětem empirického výzkumu této práce, tedy o počítačové vizualizaci statické a dynamické. Velký prostor je věnován pedagogicko-psychologickým teoriím učení se ze statických a dynamických obrazových materiálů. Stěžejní součástí je rozsáhlá přehledová studie českých, a především zahraničních výzkumů v oblasti vyučování s pomocí statické a dynamické vizualizace učiva. Na shrnutí výsledků realizovaných empirických studií navazují úvahy o designu efektivních výukových vizualizovaných materiálů.

Teoretická část disertační práce se také zmiňuje o přednostech softwaru MS PowerPoint, jež byl využit k tvorbě výukových materiálů pro účely empirického výzkumu a je zakončena pojednáním o učebním předmětu fyziologie, jeho specifikách a důsledcích pro výuku, včetně posouzení základních přístupů k prezentaci fyziologického učiva.

Dominantním cílem empirického výzkumu disertační práce bylo zjištění rozdílu ve vzdělávací účinnosti statické a dynamické vizualizace učiva ve vysokoškolské výuce fyziologie člověka. Ve výzkumu byla uplatněna experimentální metoda a výzkum byl pojat kvantitativně. Navrhnutý experimentální plán, v rámci něhož byla testována účinnost dvou výukových metod, zasahoval do období dvou akademických semestrů. Vlastnímu průběhu experimentu předcházela časově a technicky náročná tvorba a ověřování několika didaktických testů, přičemž úspěšnost řešení jejich úloh byla mj. ukazatelem účinnosti statické vs. dynamické vizualizace učiva. Pedagogický výzkum měl potvrdit či vyvrátit předpoklad, že dynamická vizualizace učiva se (podobně jako ve velkém množství podobných realizovaných studií) prokáže za daných podmínek jako účinnější.

Empirická část disertační práce postupně popisuje všechny fáze přípravy a průběhu realizovaného pedagogického výzkumu a přináší jeho výsledky, které jsou interpretovány na



základě příslušných teorií (především teorie kognitivní zátěže) a diskutovány na pozadí výsledků příbuzných studií. Závěr empirické části komplexně a kriticky zhodnocuje průběh všech fází výzkumu, poukazuje na úskalí při tvorbě didaktických testů či realizaci experimentu a přináší návody a doporučení pro budoucí výzkumy podobného charakteru.

Závěr práce přináší shrnutí a zhodnocení vypracovaných teoretických a empirických kapitol. Na základě výsledků realizovaného pedagogického výzkumu jsou zde formulovány náměty a doporučení pro navazující výzkumy v dané problematice, přínosy disertační práce pro rozvoj pedagogické teorie a výchovně vzdělávací praxi.

Otázky moderních přístupů k výuce přírodovědných předmětů jsou dnes velmi aktuální a výsledky empirických výzkumů v této oblasti jsou široce uplatnitelné v pedagogické praxi. Autor předkládané disertační práce se soustavně věnuje možnostem využití dynamické vizualizace ve výuce biologických disciplín a tvorbě původních statických a dynamických didaktických obrazů. Tyto pomůcky nacházejí využití v pedagogické praxi a jsou prezentovány na domácích i zahraničních konferencích a soutěžích. V rámci této disertační práce autor volně přechází od otázek jejich tvorby a využití k otázkám hodnocení jejich skutečné pedagogické účinnosti, které patří v oblasti multimediálního vzdělávání k otázkám klíčovým a v mnoha zahraničních pedagogických studiích v dané oblasti jsou již standardem.

#### **Teoretické cíle disertační práce lze shrnout do následujících bodů:**

- rozpracovat problematiku vizualizace v podmínkách vyučování, vymežit význam a přínos didaktického obrazu;
- systematizovat a popsat pedagogicko-psychologické teorie zaměřené na učení se z obrazových materiálů;
- popsat přednosti a nedostatky statické a dynamické vizualizace učiva a zhodnotit současný stav její tvorby a využívání;
- vytvořit rozsáhlou přehledovou studii českých (a především) zahraničních výzkumů zaměřených na problematiku vyučování s pomocí statické a dynamické vizualizace učiva;
- na základě studia příslušné literatury vymežit a zhodnotit faktory ovlivňující účinnost vizualizace učiva se zaměřením na výukové animace a vytvořit přehled obecných doporučení a zásad pro tvorbu pedagogicky účinných počítačových animací;

- zhodnotit význam počítačových animací ve vyučování biologie se zaměřením na možnosti programu MS PowerPoint;
- charakterizovat specifika učebního předmětu fyziologie člověka a podat ucelený přehled o možnostech jeho výuky na vysokých školách.

**Empirické cíle disertační práce lze shrnout do následujících bodů:**

- navrhnout a realizovat pedagogický experiment zaměřený na zjišťování rozdílů ve vzdělávací účinnosti statické a dynamické vizualizace vybraného učiva v prostředí výuky předmětu fyziologie člověka na vysoké škole;
- zjistit, jaký vliv na tuto účinnost má pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a také typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků;
- zhodnotit výsledky výzkumu a na jejich základě navrhnout doporučení a náměty pro navazující studie podobného charakteru a formulovat přínos pro pedagogickou teorii a praxi.

## 4 Metodologie empirického výzkumu

### 4.1 Cíle empirického výzkumu disertační práce

Využívání multimédií nabývá v dnešním vzdělávání stále většího významu a pedagogické výzkumy v této oblasti jsou proto velmi žádoucí. V oblasti multimediálního vyučování je často zkoumána úloha didaktického obrazu, a to z mnoha různých pohledů, přičemž jednou z důležitých oblastí je hodnocení účinnosti statické a dynamické vizualizace. Tato problematika je (především v zahraničí) předmětem zájmu mnoha výzkumníků, a to na různých typech a stupních škol a v různých vyučovacích předmětech. Hlavním cílem empirického výzkumu disertační práce bylo přispět k dosavadnímu množství těchto výzkumných výsledků prostřednictvím realizace výzkumu zaměřeného na porovnávání účinnosti statické a dynamické vizualizace, a to v případě vysokoškolského učiva fyziologie člověka. Kromě zjištění rozdílů v účinnosti statické a dynamické vizualizace vybraného učiva nás také zajímalo, jakou roli v této účinnosti hraje pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a také typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků. Dosažení těchto cílů vyžadovalo vyřešení následujících dílčích úkolů:

1. Sestavit a zhodnotit přehled realizovaných výzkumů v dané oblasti.
2. Stanovit hlavní problémy a hypotézy výzkumu.
3. Navrhnout metodu vhodnou k vyřešení všech dílčích otázek výzkumu.
4. Vytvořit experimentální plán a zajistit vhodné podmínky k realizaci experimentu.
5. Vybrat respondenty a sestavit experimentální a kontrolní skupiny.
6. Vybrat reprezentativní učivo pro jeho aplikaci do experimentálního testování výukových metod.
7. Vytvořit výukové materiály pro potřeby experimentu, tedy výukové prezentace na 2 vybraná učiva (každé učivo zpracovat formou statické a dynamické vizualizace).
8. Naplánovat a vytvořit vstupní vědomostní didaktický test, ověřit jeho validitu formou expertních posouzení a na základě jeho první administrace korigovat testové úlohy a určit reliabilitu testu.

9. Naplánovat a vytvořit dva vědomostní didaktické testy (na dvě vybraná učiva), ověřit jejich validitu formou expertních posouzení a na základě jejich první administrace korigovat testové úlohy a určit reliabilitu testů.
10. Realizovat pedagogický experiment ve všech jeho etapách.
11. Vyhodnotit všechny didaktické testy.
12. Statisticky vyhodnotit výsledky experimentu.
13. Interpretovat výsledky a formulovat závěry výzkumu.
14. Zhodnotit organizační a technickou stránku realizovaného výzkumu a porovnat jeho výsledky na pozadí výsledků podobných studií.
15. Na základě výsledků výzkumu formulovat dosud nevyřešené problémy a navrhnout oblasti zkoumání pro navazující výzkumy.

#### 4.2 Vymezení výzkumného pole, formulace výzkumných problémů a hypotéz

Empirický výzkum této disertační práce spadá do oblasti multimediálního vyučování. Problematika využívání multimédií ve vyučování je velmi rozsáhlá, náš výzkum byl zaměřen na dílčí oblast týkající se výukových obrazů, konkrétně na zjišťování účinnosti obrazů statických v kontrastu s obrazy dynamickými. Pedagogický výzkum byl zasazen do vysokoškolské výuky biologie, konkrétně předmětu fyziologie člověka.

Hlavní výzkumný problém empirického výzkumu:

*Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva fyziologie člověka?  
(Je dynamická vizualizace učiva fyziologie člověka účinnější než vizualizace statická?)*

**Účinnost** rozdílných forem prezentace učiva byla dána mírou úspěšnosti (dosaženým počtem bodů) v didaktickém testu na učivo prezentované příslušnou formou. **Nezávisle proměnnou** představoval *typ vizualizace učiva*, které bylo prezentováno ve dvou variantách – prostřednictvím statické/dynamické vizualizace. **Závisle proměnnou** byla *úspěšnost v didaktickém testu*, vyjádřená počtem získaných bodů. Naším základním předpokladem bylo, že se (na základě poznatků teorie kognitivní zátěže) dynamická vizualizace učiva prokáže jako účinnější, než vizualizace statická.

Kromě zjišťování účinnosti dvou typů vizualizace učiva byl sledován vliv několika vybraných faktorů na tuto účinnost: pohlaví respondentů, jejich vstupní znalosti (dané mírou úspěšnosti ve vstupním testu) a typ řešených úloh v didaktických testech dle úrovně osvojení (vědomostní a dovednostní úlohy).

Pedagogický výzkum měl povahu experimentu rozděleného na dvě fáze (podle dvou akademických semestrů – ZS a LS; viz kap. 4.5). Do experimentu byli zapojeni 2 učitelé: „X“ a „Y“ (viz kap. 4.3) a dvě sledované formy vizualizace (statická vs. dynamická) byly aplikovány na dvě učiva: „učivo 1“ a „učivo 2“ (viz kap. 4.6). V experimentálních skupinách bylo učivo prezentováno formou dynamické vizualizace (metoda A), v kontrolních skupinách formou statické vizualizace (metoda B). Graficky vyjádřený plán experimentu je přílohou tohoto autoreferátu.

Splnění cílů empirického výzkumu vyžadovalo vyřešení následujících **dílčích výzkumných problémů**, které byly formulovány na základě zhodnocení aktuálního stavu řešené problematiky a zasazeny do naší specifické experimentální situace:

*První fáze výzkumu:*

1. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 u učitele X?
2. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 u učitele X?
3. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen ze základů fyziologie?
4. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
5. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?
6. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
7. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?

*Druhá fáze výzkumu:*

8. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 u učitele X?
9. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 u učitele X?
10. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 u učitelů X a Y?
11. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 u učitelů X a Y?
12. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen ze základů fyziologie?
13. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace ?
14. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace ?
15. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace ?
16. Jaký je rozdíl ve znalostech mužů a žen učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace ?
17. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 v ohledu řešení vědomostních úloh?
18. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 v ohledu řešení vědomostních úloh?
19. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 1 v ohledu řešení dovednostních úloh?
20. Jaký je rozdíl v účinnosti mezi dynamickou a statickou vizualizací učiva 2 v ohledu řešení dovednostních úloh?
21. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?
22. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?
23. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace?

24. Jaký je vztah mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace?

V návaznosti na uvedené problémy byly formulovány následující *věcné hypotézy*:

*První fáze výzkumu:*

**H1** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)

**H2** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)

**H3** = znalosti mužů a žen ze základů fyziologie jsou rozdílné

**H4** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah

**H5** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah

**H6** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah

**H7** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah

*Druhá fáze výzkumu:*

**H8** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)

**H9** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitele X) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)

**H10** = dynamická vizualizace učiva 1 je (u skupin učitelů X a Y) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)

- H11** = dynamická vizualizace učiva 2 je (u skupin učitelů X a Y) účinnější než vizualizace statická (studenti vyučování výukovou metodou A dosahují lepších výsledků než studenti vyučování výukovou metodou B)
- H12** = znalosti mužů a žen ze základů fyziologie jsou rozdílné
- H13** = znalosti mužů a žen učiva 1 jsou po jeho prezentaci formou statické vizualizace rozdílné
- H14** = znalosti mužů a žen učiva 1 jsou po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace rozdílné
- H15** = znalosti mužů a žen učiva 2 jsou po jeho prezentaci formou statické vizualizace rozdílné
- H16** = znalosti mužů a žen učiva 2 jsou po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace rozdílné
- H17** = dynamická vizualizace učiva 1 je (v ohledu řešení vědomostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H18** = dynamická vizualizace učiva 2 je (v ohledu řešení vědomostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H19** = dynamická vizualizace učiva 1 je (v ohledu řešení dovednostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H20** = dynamická vizualizace učiva 2 je (v ohledu řešení dovednostních úloh) účinnější než vizualizace statická
- H21** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah
- H22** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 1 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah
- H23** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace je statisticky významný vztah
- H24** = mezi vstupními znalostmi a znalostmi učiva 2 po jeho prezentaci formou statické vizualizace je statisticky významný vztah

Aby mohla být v empirickém výzkumu platnost těchto hypotéz ověřována, byly uvedené věcné hypotézy přeformulovány do podoby hypotéz statistických (nulových a alternativních).



### 4.3 Charakteristika výzkumného souboru

Experimentální výzkum proběhl v rámci výuky předmětu *Fyziologie člověka a živočichů* na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci a zařazení do něj byli studenti, jež měli tento předmět ve svém studijním plánu. Předmět fyziologie člověka a živočichů je na PřF UP přednášen v obou akademických semestrech – v zimním semestru (ZS) pro odborná biologická studia a v letním semestru (LS) pro studia učitelská. Většina studijních oborů tento předmět absolvuje ve 3. ročníku bakalářského studia (výjimkou je obor Ochrana a tvorba životního prostředí a Biofyzika, kde výuka daného předmětu probíhá v 1. ročníku v zimním semestru) a na všechny studenty, bez ohledu na jejich studijní obory, jsou kladeny stejné požadavky.

Do empirického výzkumu (včetně přípravné fáze experimentu) bylo zapojeno celkem 167 studentů a 2 učitelé.

Nejprve bylo třeba ověřit vlastnosti vytvořeného vstupního testu na vzorku studentů, aby jeho korigovaná verze mohla být využita ve vlastním experimentu. K tomuto účelu byli využiti studenti 2. ročníků všech biologických studií (odborných i učitelských), které absolvování předmětu *Fyziologie člověka a živočichů* čekalo až v následujícím ročníku. Test byl administrován na přednášce z Obecné genetiky na začátku zimního semestru akademického roku 2011/2012, na kterou se v daný den dostavilo celkem 46 studentů.

Základním souborem pro vlastní experiment byla skupina studentů třetích a prvních ročníků odborných a učitelských biologických studií na Přírodovědecké fakultě Univerzity Palackého v Olomouci v akademickém roce 2011/2012. Výběrový soubor se rovnal souboru základnímu – vzhledem k omezenému množství respondentů byli do empirického výzkumu zařazeni všichni studenti a jednalo se tedy o exhaustivní výběr (Chráska, 2007).

Vlastní experiment byl realizován ve dvou fázích, a to v zimním a letním semestru akademického roku 2011/2012. Do první fáze (v zimním semestru) byli zařazeni studenti nejprve třetích a potom prvních ročníků odborných biologických studií, konkrétně těchto studijních oborů: *Molekulární a buněčná biologie (MBB)*, *Biochemie (BIOCH)*, *Systematická biologie a ekologie (SBE)*, *Ochrana a tvorba životního prostředí (OTŽP)* a *Biofyzika (BIOF)*. Celkový počet studentů v této fázi byl 72; studenti byli pro potřeby experimentu uspořádáni

do celkem 6 skupin (2 experimentální a 2 kontrolní u třetích ročníků, 1 experimentální a 1 kontrolní u prvních ročníků). Tyto skupiny studentů odpovídaly skupinám, které vznikly na základě rozvrhu daného předmětu na začátku akademického roku. Ve prospěch zachování přirozených podmínek nedošlo k přeskupování studentů mezi jednotlivými skupinami.

Druhá fáze vlastního experimentu proběhla v letním semestru akademického roku 2011/2012. Experimentu se zúčastnili studenti třetích ročníků učitelství biologie pro střední školy; konkrétně se jednalo o následující studijní obory: *Biologie – Zeměpis (Bi-Z)*, *Biologie – Matematika (Bi-M)*, *Biologie – Chemie (Bi-Ch)*, *Biologie – Fyzika (Bi-F)*, *Biologie – Geologie (Bi-Geo)* a *Biologie – Tělesná výchova (Bi-Tv)*. Celkový počet studentů v této fázi byl 49; studenti byli pro potřeby experimentu uspořádáni do celkem 4 skupin (2 experimentální a 2 kontrolní). I v tomto případě byly skupiny studentů dány rozvrhem a pracovalo se opět se skupinami již hotovými.

Experimentální výuka byla vedena 2 učiteli – Mgr. Lukášem Hlaváčkem, autorem této disertační práce a RNDr. Ivanou Fellnerovou, Ph.D., jeho školitelkou. V první fázi experimentu (zimní semestr) vedl výuku pouze Mgr. Hlaváček, ve druhé fázi (letní semestr) se již na výuce podíleli oba učitelé. V experimentálním plánu byli tito učitelé pracovně označeni jako „učitel X“ a „učitel Y“.

Profil realizátorů experimentální výuky:

*Mgr. Lukáš Hlaváček*

Autor disertační práce je absolventem studijního oboru Učitelství biologie a geografie pro střední školy na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. Po ukončení magisterského studia nastoupil na doktorské studium oboru Pedagogika na Pedagogické fakultě UP v Olomouci. Okruhem jeho zájmu je moderní pojetí výuky dynamických biologických disciplín. Zabývá se tvorbou multimediálních výukových aplikací v oblasti biologie člověka a zoologie a možnostmi jejich využití v edukační praxi. Mgr. Hlaváček má čtyřletou praxi ve výuce předmětu Fyziologie člověka a živočichů na PŘF UP.

*RNDr. Ivana Fellnerová, Ph.D.*

Absolventka studijního oboru Systematická biologie a ekologie na Přírodovědecké fakultě UP v Olomouci. V současné době působí jako asistentka Katedry zoologie a antropologie na PŘF UP, kde je současně garantem předmětu Fyziologie člověka a živočichů. Dr. Fellnerová má

více než dvacetiletou praxi ve výuce biologických oborů na Přírodovědecké a Lékařské fakultě UP v Olomouci a šestiletou odbornou a pedagogickou praxi v zahraničí (USA, Kanada). Zabývá se především odbornou imunologií a také moderními trendy ve výuce fyziologie člověka a živočichů.

Oba učitelé se soustavně věnují problematice modernizace a zefektivňování biologického vyučování na vysokých školách. Vytvářejí množství výukových materiálů s širokým spektrem využití, pracují na řadě populárně vzdělávacích projektů, aktivně vystupují na pedagogických konferencích a výukové materiály prezentují na školách v ČR i zahraničí.

#### **4.4 Metody použité ve výzkumu**

Důležitým krokem v plánování empirického výzkumu byla volba adekvátních výzkumných metod. Vzhledem k tomu, že hlavním cílem pedagogického výzkumu bylo zjišťování rozdílů v účinnosti výukových metod a sledování kauzálních závislostí, realizovaný výzkum měl podobu *experimentu*.

Ve všech etapách experimentu byly uplatňovány metody hromadného získávání dat (zjišťování úrovně znalostí studentů); konkrétně se jednalo o administraci a vyhodnocování několika typů nově vytvořených *didaktických testů*. Testy byly vytvářeny dle daných norem pro tvorbu didaktických testů dobrých vlastností (viz Byčkovský, 1982; Chráska, 1999). Na základě vstupních testů bylo usuzováno především o vědomostní vyrovnanosti studijních skupin, úspěšnost ve výsledcích vědomostních testů na obě prezentovaná učiva byla mírou účinnosti daných výukových metod.

Pro oprávněné využití v experimentu musely testy splňovat několik podmínek. Kromě expertních posouzení (validita) musely být vytvořené didaktické testy podrobeny *analýze vlastností testových úloh a analýze testu jako celku*. V prvním případě bylo nutno vypočítat hodnoty *obtížnosti* a *citlivosti* všech testových úloh a na základě toho nevhodné položky eliminovat. Dalším krokem byl (po odstranění položek o nevhodné obtížnosti a citlivosti) výpočet reliability testu. Koeficient reliability byl v případě všech tří testů vypočítáván nejprve pomocí *Kuderova – Richardsonova vzorce* a pro ověření ještě *metodou půlení*

(pomocí Spearmanova – Brownova vzorce). Podmínkou pro získání dostatečně přesného a spolehlivého testu byla jeho reliabilita o minimální hodnotě 0,8 (Chráška, 1999).

Dílní statistické analýzy výsledků vlastního výzkumu byly vypracovány v programu Statistica 6.0 a MS Excel 2003.

Pro srovnávání výsledků experimentálních a kontrolních skupin bylo nezbytné, aby byly všechny skupiny vědomostně vyrovnané (na základě úspěšnosti ve vstupním testu). Vyrovnanost studijních skupin byla ověřována pomocí *jednofaktorové analýzy rozptylu*. V případě, že mezi skupinami nebyly zjištěny statisticky významné rozdíly, mohly být využity pro experimentální testování účinnosti výukových metod. V opačném případě muselo dojít k úpravě experimentálního plánu tak, aby byly porovnávány pouze skupiny vědomostně vyrovnané. Pro potvrzení vyrovnanosti skupin byl využit *Kruskalův – Wallisův test*. V obou případech byla hladinou významnosti hodnota 0,05.

Dílní srovnávání účinnosti daných výukových metod bylo realizováno prostřednictvím *Studentova t-testu*. Pro hladinu významnosti byla zvolena hodnota 0,05. Kromě toho byl Studentův t-test použit pro porovnávání rozdílů úspěšnosti v testech v závislosti na pohlaví a také ke zjišťování vlivu formy vizualizace na úspěšnost v různých typech testových úloh.

Ve statistických analýzách bylo využito i *Pearsonova koeficientu korelace*, a to v těch případech, kdy byla zjišťována existence vztahu mezi úspěšností studentů ve vstupním testu a testech na příslušná učiva (v závislosti na formě jejich vizualizace).

#### **4.5 Návrh experimentálního plánu**

Empirický výzkum této disertační práce byl časově i organizačně náročný. Pro snadnější orientaci v jednotlivých krocích jeho realizace byl vytvořen časový harmonogram empirického výzkumu v grafické podobě a je umístěn v příloze, která je součástí autoreferátu.

Pro zjištění rozdílů v účinnosti dvou vyučovacích metod je jedinou objektivní a přijatelnou metodou výzkumu metoda experimentální. Existuje celá řada experimentálních plánů, které se liší svým rozsahem a dokonalostí. Empirický výzkum této práce byl realizován podle plánu, který byl vytvořen s přihlédnutím ke specifickým dané výukové situaci. Grafické

vyobrazení experimentálního plánu empirického výzkumu je v příloze, která je též součástí autoreferátu.

Pedagogický výzkum byl naplánován na zimní a letní semestr akademického roku 2011/2012. Podstatou experimentu bylo otestovat dva různé výukové postupy na několika skupinách studentů v zimním semestru a stejný výzkum zopakovat v semestru letním na skupinách dalších. Experiment byl aplikován na 2 učiva a zapojeni do něj byli 2 učitelé. Pro správný průběh experimentu bylo žádoucí eliminovat co největší množství nežádoucích proměnných a snahou jeho realizátorů bylo zajistit všem zúčastněným skupinám co možná nejvíce shodné podmínky.

#### **4.6 Tvorba výukových materiálů a specifikace výukových metod**

Jedním z klíčových kroků v přípravě experimentu byl výběr učiva. V zájmu kontroly faktoru učiva, jež mohl výsledky experimentu ovlivnit, byla vybrána učiva dvě. Na ně pak byly výukové metody aplikovány. Jednotlivá učiva byla vybrána náhodně ze souboru ucelených kapitol fyziologie člověka. Prvním učivem se stala kapitola *Fyziologie kosterní a hladké svaloviny* (zkráceně: *fyziologie svalů*, „učivo 1“), tématem pro druhé učivo byla *Fyziologie sluchově rovnovážného aparátu* (zkráceně: *fyziologie statoakustiky*; „učivo 2“).

V experimentu se testovala relativní účinnost dvou výukových postupů (výukových metod), přičemž v jednom bylo učivo prezentováno formou statické vizualizace a ve druhém formou vizualizace dynamické. Prezentace učiva formou *statické vizualizace* představuje způsob vyučování, při němž jsou studentům promítány statické obrázky, doprovázené komentářem vyučujícího. Prezentace učiva formou *dynamické vizualizace* představuje způsob vyučování, při němž jsou studentům promítány dynamické obrázky (výukové animace či videa), doprovázené komentářem vyučujícího.

Jednotlivé metody byly pojmenovány jako A a B. Společným oběma metodám byl výklad prostřednictvím výukových prezentací vytvořených v programu MS PowerPoint. Ve výuce byly jednotlivé snímky promítány na projekční plátno prostřednictvím dataprojektoru a komentovány učitelem. Těžištěm prezentací byla obrazová část – vizualizace učiva. Prezentace byly ovládány učitelem, textová část snímků a doprovodný komentář byly u obou prezentací totožné. Rozlišujícím prvkem obou výukových metod byl typ grafiky využitý v prezentacích.

### *Výuková metoda A (dynamická vizualizace učiva)*

Obrazová část prezentace promítané v rámci této výukové metody je tvořena původními kresbami, vytvořenými s pomocí grafických nástrojů programu MS PowerPoint. V některých případech se jedná o statické obrázky, ale většinou (tam, kde jde o učivo dynamické – při popisu fyziologických procesů) jsou ze statických obrazů sestaveny dynamické výukové animace, jejichž průběh ve výuce vyučující ovládal.

Jednotlivé výukové animace buď proběhly celé najednou nebo byly segmentované na dílčí části, které byly vyučujícím spouštěny po sobě. O tom, zda bude animace plynulá či segmentovaná rozhodl jejich autor s přihlédnutím ke specifiku konkrétního učiva. Všechny výukové animace byly ve výuce spouštěny pouze jednou. Grafika výukových animací nebyla doplněna o text popisující průběh daných fyziologických dějů. Místo něj byl zařazen doprovodný komentář učitele.

Souhrnně lze parametry použitých animací vymezit takto: jednalo se o animace počítačové, animace doprovázené komentářem učitele, animace se schematickým charakterem obrazu, animace neinteraktivní, animace nerepetitivní, animace nesegmentované či segmentované (segmentované pouze u popisu komplexnějších dějů), animace se signálními vodítky v kombinaci s verbálním upozorněním učitele na významné prvky (použitá signální vodítka byla typu barevného zvýraznění určitých prvků obrazu).

### *Výuková metoda B (statická vizualizace učiva)*

Obrazová část prezentace promítané v rámci této výukové metody je tvořena statickými kresbami, jež jsou ve výuce daného předmětu na vysokých školách běžně využívány. Při získávání těchto obrazových materiálů a jejich následném zakomponování do prezentace bylo využito následujících dostupných zdrojů:

- oskenované obrázky z nejčastěji doporučovaných českých skript pro daný předmět;
- obrázky převzaté z dostupných výukových prezentací na internetu;
- obrázky převzaté z materiálů zaslaných učiteli fakult v ČR, kde je fyziologie vyučována.

Mnoho dostupných zdrojů neobsahuje obrazový materiál ke klíčovým oblastem učiva vůbec; v takovýchto případech byly použity obrazové materiály ze zahraničních učebnic či internetových zdrojů a přeloženy do češtiny.

Co se týče statických obrazů, parametrů je u nich (v porovnání s obrazy dynamickými) vymezováno podstatně méně. V našem případě se jednalo o obrazy doprovázené komentářem učitele, obrazy schematické i realistické, obrazy se signálními vodítky typu zvýrazňovacích

šipek v kombinaci s verbálním upozorněním učitele na významné prvky. Veškerý obrazový materiál využitý v prezentaci učiva metodou B měl jednoho společného jmenovatele: byl statický.

#### 4.7 Tvorba didaktických testů

Nástrojem měření účinnosti výukových metod (aplikovaných v experimentu) byly didaktické testy, které bylo nutno vytvořit. Pro potřeby experimentu byly sestaveny celkem 3 didaktické testy, jejichž původní verze byly dále upravovány tak, aby byly získány kvalitní testy s dobrými položkami.

Prvním vytvořeným testem byl *vstupní test*, zaměřený na zjištění elementárních znalostí ze středoškolského učiva fyziologie člověka. Účelem vytvoření a zadání druhého a třetího testu (*test na učivo 1*, *test na učivo 2*) bylo objektivní zjišťování úrovně zvládnutí učiva dvou tematických celků zařazených do experimentální výuky a tím i účinnosti dané výukové metody.

Všechny 3 didaktické testy byly konstruovány podle závazných kroků (a jejich dílčích částí), které uvádí literatura zaměřená tvorbu didaktických testů (Byčkovský, 1982; Chráska, 1999). Těmito základními kroky jsou: plánování testu, konstrukce testu a ověřování testu.

##### *Vstupní test*

Vytvořený vstupní test spadá podle klasifikace, kterou uvádí Byčkovský (1982) mezi: testy úrovně, testy studijních předpokladů, testy rozlišující, testy vstupní, testy polytematické a testy objektivně skórovatelné (s několika úlohami subjektivně skórovatelnými).

Cílem vstupního testu bylo postihnout úroveň základních poznatků z učiva fyziologie člověka, jež by si studenti měli pamatovat ze středoškolského učiva biologie. Test byl určen pro studenty bakalářských oborů biologicky zaměřených oborů na PřF UP. Na základě administrování vstupního testu byla zjišťována vědomostní vyrovnanost u skupin studentů zapojených do experimentálního šetření zaměřeného na testování výukových metod.

Základem pro konstrukci vstupního testu bylo rozčlenění středoškolského učiva biologie člověka do 10 tematických celků, přičemž každému celku byl (podle důležitosti učiva a jeho rozsahu) přidělen určitý počet úloh. U jednotlivých úloh bylo následně stanoveno, jakou úroveň osvojení poznatků měří – podkladem k tomuto přidělování byla Niemierkova taxonomie výukových cílů (viz Byčkovský, 1982) a jeho výsledkem byla specifikační tabulka pro první verzi vstupního testu. 4 kategorie úrovně osvojení byly z praktických důvodů

sloučeny do dvou kategorií: vědomosti, dovednosti. Specifikační tabulka udává, jaký obsah učiva jednotlivé úlohy zkoušejí, v jakých proporcích a na jakou úroveň osvojení jsou tyto úlohy zaměřeny.

Při návrhu testových úloh byl zohledňován charakter učiva a cíle, které má test plnit. Dále bylo respektováno množství pokynů a doporučení pro konstrukci vhodných testových položek (viz Byčkovský, 1982; Chráska, 1999 – např. navrhovat úlohy vzájemně nezávislé a distraktory stejně věrohodné, využívat v testech obrázky, nezařazovat pouze úlohy vědomostního typu, použít jednoduché skórování atd.). Vytvořený vstupní test obsahuje především úlohy s výběrem odpovědi, přičemž předkládány jsou 4 varianty možností a buď je jedna možnost správná či nesprávná. Pro vyloučení náhody při odpovídání jsou v testu zařazeny i úlohy otevřené, a to otevřené úlohy se stručnou odpovědí, ale i široké otevřené úlohy. Ojedinelé jsou i úlohy dichotomické či úlohy přiřazovací. Většina položek je formulovaná verbálně, v některých případech jsou však součástí zadání i obrázky. V úvodu testu jsou zařazeny informace o účelu testu, pokyny o práci s testem a způsob jeho hodnocení. Celkový počet úloh první verze vstupního testu byl 46. Čas na vypracování testu byl určen na max. 30 minut a pro vyhodnocování testu bylo navrženo binární skórování (za každou úlohu 0/1 bod).

Po fázi naplánování testu a jeho konstrukci následovala časově náročná fáze ověřování a optimalizace testu. Nejprve bylo nutné přesvědčit se o tom, zda test skutečně zkouší, co zkoušet má – tedy ověřit validitu testu. Pro splnění těchto podmínek byly osloveni 2 nezávislí expertní posuzovatelé, konkrétně RNDr. Lubomír Kincl, Csc. z Katedry botaniky na PřF UP a prof. RNDr. Vítězslav Bičík, Csc. z Katedry zoologie PřF UP. Oběma posuzovatelům byl předložen prototyp vstupního didaktického testu k posouzení, spolu s formulářem pro posuzovatele (dle Byčkovský, 1982). Úkolem posuzovatelů bylo posoudit především opravdovou správnost správných odpovědí, technickou kvalitu úloh, jejich důležitost a obtížnost; kromě toho mohli vznášet i jakékoliv připomínky k testu jako celku. 46 původních úloh bylo na základě tohoto hodnocení zredukováno na počet 40 (vyřazeny byly položky nedůležité či nevhodné) a na základě průměrného hodnocení obtížnosti hodnotitelů byly do výsledného testu jednotlivé položky seřazeny od nejjednodušších po nejsložitější (jak je doporučováno v odborných publikacích – např. Chráska, 1999). Kromě toho došlo také k úpravě formulací zadání některých položek, změně některých distraktorů a grafické úpravě některých obrázků. Test korigovaný na základě důsledného hodnocení posuzovatelů mohl být považován za validní, jednotlivé jeho úlohy byly přiměřené a reprezentativní vzhledem k danému učivu pro konkrétní skupiny studentů.



Po těchto prvních získaných informacích o vytvořeném vstupním testu bylo nutné ověřit test na vzorku studentů, aby mohly být získány objektivní informace o testu a test případně dále korigovat. Validizovaný vstupní test o 40 položkách byl administrován vzorku 46 studentů, kteří se dostavili na jednu z přednášek z obecné genetiky na PřF UP v Olomouci (v zimním semestru akademického roku 2011/2012). Jednalo se o studenty druhých ročníků učitelských i odborných biologických oborů. Před rozdáním testu byli studenti seznámeni s účelem testu a časová lhůta pro jeho vyplnění byla vymezena na 45 minut. Studenti o testu nebyli předem informováni a v tomto ohledu měli všichni pro jeho vyplnění stejné podmínky. Vyzkoušení připraveného vstupního testu na vzorku studentů bylo nezbytným předpokladem pro následnou *analýzu vlastností testových úloh* a také *analýzu testu jako celku*, tedy pro fázi ověřování testu.

Po vyplnění byly testy vybrány a opraveny, přičemž za každou testovou položku bylo možné získat 1 bod (max. počet bodů = 40). Při hodnocení správnosti úloh bylo využito binárního skórování (za zcela správnou odpověď 1 bod, za chybnou odpověď 0 bodů). U otevřených úloh byly odpovědi hodnoceny subjektivně (odpovědi musely obsahovat všechny požadované informace); u přiřazovacích úloh bylo tolerováno jedno chybné přiřazení.

První vypočítávanou vlastností testových úloh byla jejich *obtížnost*. U všech testových úloh byla vypočítána hodnota obtížnosti  $Q$ , která udává procento žáků, jež danou úlohu vyřešili nesprávně, nebo ji vynechali. Obtížnost  $Q$  může nabývat hodnot 0-100 (0 = nejsnadnější úlohy, 100 = nejnáročnější úlohy); optimální hodnota obtížnosti se pohybuje kolem 50. Obtížnost jednotlivých úloh byla vypočítána podle vztahu

$$Q = 100 \frac{n_n}{n}$$

kde  $Q$  je koeficient obtížnosti,  $n_n$  je počet studentů ve skupině, kteří odpověděli nesprávně nebo neodpověděli vůbec a  $n$  je celkový počet studentů. Po výpočtu obtížnosti všech úloh byly z testu standardně odstraněny úlohy, které vykazovaly obtížnost nižší než 20 (5 úloh), ostatní úlohy byly v testu zanechány (žádná z nich nepřesahovala obtížnost 80).

Dalším zjišťovaným parametrem testových položek byla jejich *citlivost* (rozlišovací schopnost testových úloh). Ideálně by úlohy s vysokou citlivostí měly být úspěšně řešeny úspěšnými studenty a naopak. Před výpočtem citlivosti museli být žáci rozděleni podle celkového počtu dosažených bodů na skupinu lepších a horších studentů. Citlivost byla posuzována na základě výpočtu koeficientu citlivosti ULI (označuje se  $d$ ), který vychází

z rozdílu mezi obtížností úlohy ve skupině lepších a horších studentů (předpokládá se sudý počet studentů). Koeficient může nabývat hodnot od -1 do +1, přičemž platí, že čím vyšší hodnoty dosáhne, tím úloha dokonaleji rozlišuje mezi studenty s horšími vědomostmi od studenty s lepšími vědomostmi. Při hodnotě citlivosti 0 daná úloha nerozlišuje vůbec a záporné hodnoty citlivosti svědčí o tom, že úloha zvyhodňuje studenty s celkově slabšími vědomostmi, což není žádoucí. U koeficientu citlivosti ULI  $d$  je požadováno, aby u úloh o  $Q = 30-70$  dosahoval  $d$  alespoň 0,25 a u úloh s obtížností 20-30 a 70-80 alespoň 0,15. Hodnoty  $d$  byly vypočítány pro všechny testové úlohy podle vzorce:

$$d = \frac{n_L - n_H}{0,5N}$$

kde  $d$  je koeficient citlivosti ULI,  $n_L$  je počet studentů z lepší skupiny, kteří danou úlohu zodpověděli správně,  $n_H$  je počet studentů z horší skupiny, kteří stejnou úlohu vyřešili správně a  $N$  je celkový počet studentů. Výpočty bylo zjištěno, že většina úloh vykazuje dostatečnou citlivost, avšak u 7 úloh byla zjištěna citlivost nevhodná a z testu byly vyřazeny.

Finální verze vstupního testu obsahovala 28 úloh. Po analýze vlastností testových položek bylo přistoupeno k hodnocení testu jako celku – bylo nutné zjistit, zda je test dostatečně spolehlivý a přesný, zda jeho výsledky nebyly ovlivněny náhodou – tedy zjistit jeho reliabilitu. Koeficient reliability může nabývat hodnot 0-1 (0 = naprostá nespolehlivost a nepřesnost testu, 1 = maximální spolehlivost a přesnost testu); v pedagogické diagnostice je většinou požadován koeficient reliability o minimální hodnotě 0,8. Reliabilita vstupního testu byla vypočítána dvěma nejčastějšími postupy, a to podle *Kuderova-Richardsonova vzorce* a *metodou půlení*.

Koeficient reliability se u Kuderova-Richardsonova vzorce vypočítává podle vztahu

$$r_{kr} = \frac{k}{k-1} \left( 1 - \frac{\sum pq}{s^2} \right)$$

kde  $r_{kr}$  je hodnota koeficientu reliability,  $k$  je počet úloh v testu,  $p$  je podíl žáků, kteří řešili určitou úlohu v testu správně,  $q = p-q$  a  $s$  je směrodatná odchylka pro celkové výsledky studentů v testu. Po dosazení vypočtených hodnot do vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{kr} = \frac{28}{28-1} \left( 1 - \frac{5,922}{6,25^2} \right) = 0,879$$

Při výpočtu reliability metodou půlení je podmínkou sudý počet úloh a jejich řazení podle vzrůstající obtížnosti. Test musí být rozdělen na 2 poloviny – 1. polovinu tvoří úlohy s lichým pořadovým číslem, 2. polovinu tvoří úlohy se sudým pořadovým číslem. Výsledky dosažené studenty v obou polovinách testu se potom vzájemně korelují. Pro koeficient reliability je proto nezbytné nejprve vypočítat koeficient korelace. Vlastní výpočet koeficientu reliability se provádí pomocí Spearmanova-Brownova vzorce

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot r_p}{1 + r_p}$$

kde  $r_{sb}$  je koeficient reliability a  $r_p$  je korelační koeficient mezi výsledky žáků v obou polovinách testu. Po dosazení vypočtených hodnot do vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot 0,791}{1 + 0,791} = 0,883$$

Při aplikaci obou způsobů výpočtu reliability vstupního testu bylo dosaženo uspokojivých hodnot (0,879 a 0,883), vstupní test bylo tedy možno považovat za dostatečně reliabilní. Konečná verze vstupního testu disponovala úlohami kvalitních vlastností, jako celek byl didaktický test dostatečně validní a poskytoval spolehlivé a přesné výsledky. Tím byl vstupní test připraven pro vlastní experimentální šetření.

#### *Testy na učivo 1 a 2*

Vytvořené testy na obě učiva spadají podle klasifikace Byčkovského (1982) do: testů úrovně, testů výsledků výuky, testů rozlišujících, testů výstupních, testů monotematických a testů objektivně skórovatelných (s některými úlohami subjektivně skórovatelnými).

Cílem obou testů bylo zjištění výsledků výuky po probrání určitého tématického celku (jak studenti prezentované učivo přijímají a chápou) a tím postihnout míry účinnosti dvou různých výukových metod aplikovaných na dvě konkrétní učiva v experimentu (*Fyziologie kosterní a hladké svaloviny* a *Fyziologie sluchově-rovnovážného aparátu*). Testy byly určeny pro studenty bakalářských studií biologicky zaměřených oborů.

Při konstrukci těchto testů bylo postupováno podobně, jako v případě testu vstupního. Obdobná byla i forma testu, charakter úloh a způsob jejich hodnocení. Ve spektru úloh byly navíc přítomny úlohy seřazovací. Prototyp testu na učivo 1 obsahoval 47 úloh, v případě testu na učivo 2 to bylo 42 úloh.

Po navrhnutí a konstrukci testů na obě učiva následovala fáze ověření validity, opět prostřednictvím expertních hodnocení. Posuzovateli didaktického testu na učivo 1 (fyziologie svalů) byli doc. RNDr. Lubomír Krejčovský CSc. z Katedry antropologie a zdravovědy PdF UP v Olomouci a MUDr. Kateřina Kikalová, Ph.D. ze stejného pracoviště. Test na učivo 2 (fyziologie statoakustiky) odborně zhodnotil doc. Krejčovský a prof. Bičík. Hodnocení testů probíhalo obdobným způsobem, jako u testu vstupního.

U testu na učivo 1 bylo původních 47 navrhovaných otázek zredukováno na 45, u testu na učivo 2 bylo ponecháno všech 42 původních otázek. Kromě toho byly u obou testů upraveny formulace zadání a distraktorů některých úloh. Testy korigované na základě důsledného hodnocení posuzovatelů mohly být považovány za validní, jednotlivé jejich úlohy byly přiměřené a reprezentativní vzhledem k danému učivu pro konkrétní skupiny studentů.

Analýza vlastností didaktických testů byla realizována až v první fázi vlastního experimentu.

#### **4.8 První fáze experimentu**

Vlastní experimentální výzkum byl zahájen ve druhé polovině zimního semestru akademického roku 2011/2012 ve výuce předmětu Fyziologie člověka a živočichů na PřF UP v Olomouci. Celý experiment proběhl ve dvou fázích: první fáze byla realizována v zimním akademickém semestru a druhá v semestru letním.

Grafická podoba první fáze experimentálního plánu je v příloze (konkrétně v horní části schématu – ZS = zimní semestr). V této fázi působil ve výuce pouze jeden učitel (ve schématu označován jako „X“) a výukové metody byly aplikovány na dvě učiva. První fáze experimentu byla realizována ve dvou na sebe navazujících etapách. V první etapě byly k dispozici 2 experimentální a 2 kontrolní skupiny studentů. Tyto skupiny byly tvořeny studenty 3. ročníků odborných biologických studijních programů (BIOCH, MBB, SBE) a byly pracovně nazvány K, L, M a N. Ve druhé etapě byly k dispozici 1 experimentální a 1 kontrolní skupina, přičemž tyto skupiny tvořili studenti 1. ročníků odborných biologických studijních programů (OTŽP a BIOF) a pro potřeby našeho výzkumu byly pojmenovány jako O a P. Nejprve proběhla výuka prvního učiva (fyziologie svalů = učivo 1) u skupin K-N a na to navázala výuka učiva druhého (fyziologie statoakustiky = učivo 2), tentokrát u skupin O a P.

Pro tuto první fázi experimentu byl k dispozici upravený vstupní test, který vykazoval dostatečnou reliabilitu a také 2 didaktické testy na 2 učiva, které byly zatím pouze

validizovány experty. Reliabilita obou testů byla zjištěna až po proběhnutí této fáze, čímž byly testy na učivo připraveny k druhé fázi experimentu, probíhající v navazujícím letním semestru. Cílem této fáze tedy bylo vyzkoušet vytvořené didaktické testy na obě učiva na vzorku studentů a na základě toho tyto testy korigovat (stejným způsobem, kterým byly upravovány vstupní testy v první polovině zimního semestru). Po získání prvních výsledků z vyhodnocených didaktických testů již bylo možné porovnávat účinnost obou výukových metod. Kromě toho tato fáze experimentu poskytla jeho autorovi řadu námětů ke zdokonalení organizace experimentu pro jeho navazující fázi.

### *Experimentální působení v první etapě ZS (učivo 1)*

Výuka fyziologie živočichů a člověka v zimním akademickém semestru probíhá na PřF UP formou přednášek a praktických cvičení, a to pro první a třetí ročníky odborných biologických studijních programů. Pro 3. ročníky existuje jedna společná přednáška a několik praktických cvičení, do kterých jsou studenti rozděleni – v daném semestru se jednalo o celkem 4 skupiny, čehož bylo využito a experimentální výuka proběhla právě v rámci praktických cvičení. Protože je fyziologické učivo velmi obsáhlé, všechny kapitoly se do přednášek nevejdou a výuka některých tematických okruhů je omezeně zařazena do praktických cvičení – pro studenty tedy teoretická výuka v rámci praktických cvičení nebyla překvapením.

Ve prospěch zachování přirozených podmínek nedošlo k přeskupování studentů mezi jednotlivými skupinami a všichni se na výuku dostavili do skupiny, kterou v semestru běžně navštěvovali. K dispozici tedy byly 4 skupiny studentů, z čehož 2 sloužily jako experimentální a 2 jako kontrolní. Počty studentů v jednotlivých skupinách jsou patrné z grafického schématu experimentálního plánu. Určení, která skupina bude experimentální a která kontrolní, bylo zcela náhodné. Ve 2 skupinách proběhla prezentace učiva výukovou metodou A, v dalších 2 skupinách potom výukovou metodou B.

Praktická cvičení běžně trvají 3 vyučovací jednotky (135 minut) – veškerý tento čas byl pro experiment vyhrazen. Celkový čas na všechny fáze (vstupní test, výuka, výstupní test) byl odhadován na 110 minut, 15 minut sloužilo jako výhodná časová rezerva.

V úvodu vyučovací jednotky byl studentům zadán vstupní test o 28 položkách s prosbou o vyplnění. Na studenty nebyly uvalovány žádné časové limity pro vyplnění testu a test všichni odevzdali po 15-20 minutách. Po vstupním testu následovala prezentace učiva 1: ve dvou skupinách (experimentálních) bylo učivo prezentováno formou dynamické vizualizace

(metoda A), ve zbylých dvou skupinách (kontrolních) formou vizualizace statické (metoda B). Vlastní vyučování trvalo ve všech skupinách 55-65 minut. Bezprostředně po prezentaci učiva byl studentům rozdán test na příslušné učivo. Studenti na testování předem připraveni nebyli; před prezentací učiva jim bylo pouze sděleno, že se jedná o důležitou kapitolu, která je stěžejní součástí zkoušky z fyziologie. Časové limity na vyplnění didaktického testu na učivo 1 opět určeny nebyly. Všichni studenti odevzdali vyplněný test po 20-30 minutách.

Protože bylo v této fázi experimentu pracováno zatím pouze s validizovaným didaktickým testem na učivo 1, bylo po jeho vyzkoušení na vzorku studentů nutné provést *analýzu vlastností testových úloh* a také *analýzu testu jako celku* a ověřit tak jeho reliabilitu.

Při vyhodnocování správnosti úloh bylo využito binárního skórování. U otevřených úloh byly odpovědi hodnoceny subjektivně (odpovědi musely obsahovat všechny požadované informace); u přiřazovacích úloh bylo tolerováno jedno chybné přiřazení, u úloh seřazovacích musely být jednotlivé položky seřazeny ve zcela správném pořadí.

Původní forma testu na učivo 1 obsahovala celkem 45 úloh. Učivo bylo rozděleno do 3 tematických celků (obecné principy pohybu na molekulární úrovni, princip fungování kosterní svaloviny, princip fungování hladké svaloviny). Každému tematickému celku bylo v přednášce vyhrazeno přiměřené množství času (s ohledem na jeho rozsah a důležitost), čemuž také odpovídalo množství úloh zkoušejících danou část učiva. Co se týče poměru vědomostních a dovednostních položek, v případě testu na učivo 1 to bylo 32:13.

Při analýzách vlastností testových úloh i testu jako celku bylo postupováno obdobně, jako při posuzování testů vstupních. Po vyhodnocení obtížnosti byl tedy test zkrácen o 3 položky a dále bylo z testu odstraněno dalších 10 položek, které vykazovaly velmi nízkou citlivost. Po odstranění nevhodných položek v testu zůstalo celkem 32 úloh. Procentuální zastoupení testových úloh v jednotlivých učebních okruzích zůstalo téměř zachováno a poměr vědomostních a dovednostních položek zůstal téměř v původní podobě (32:13  $\Rightarrow$  23:9).

Posledním krokem v hodnocení testu bylo určení jeho reliability. Koeficienty reliability byly vypočítávány z již upraveného testu, tedy z testu o 32 vhodných položkách. Postupováno bylo obdobně, jako při hodnocení vstupního testu. Po dosazení vypočítaných hodnot do Kuderova-Richardsonova vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{kr} = \frac{32}{32-1} \left( 1 - \frac{6,598}{6,69^2} \right) = 0,877$$

Při výpočtu reliability metodou půlení bylo po dosazení vypočtených hodnot do příslušného vzorce byla získána následující hodnota reliability:

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot 0,811}{1 + 0,811} = 0,896$$

Při aplikaci obou způsobů výpočtu reliability didaktického testu na učivo 1 bylo dosaženo uspokojivých hodnot (0,877 a 0,896), test tedy bylo možné považovat za dostatečně reliabilní. Korigovaná, konečná verze testu na učivo 1 disponovala úlohami kvalitních vlastností, jako celek byl didaktický test dostatečně validní a poskytoval spolehlivé a přesné výsledky. Tím byl tento test připraven pro fázi experimentálního šetření v letním semestru.

### *Experimentální působení ve druhé etapě ZS (učivo 2)*

V zimním semestru experiment pokračoval svojí druhou etapou, a to u dalších skupin studentů odborných biologických studií. Tentokrát se jednalo o studenty, jež mají předmět Fyziologie člověka a živočichů zařazen do 1. ročníku studia. Pro první ročníky jsou vyhrazeny vlastní přednášky a 2 paralelní praktická cvičení z tohoto předmětu. Toho bylo opět pro potřeby experimentu využito a experiment proběhl v rámci praktických cvičení. I v tomto případě bývají běžně do praktických cvičení zařazovány teoretické bloky učiva, a proto pro studenty teoretická výuka v rámci praktických cvičení opět nebyla překvapením.

K dispozici byly tedy 2 skupiny studentů, jež představovaly 2 skupiny srovnávací (1 experimentální a 1 kontrolní). Aby byly zachovány přirozené podmínky, studenti nebyli ze skupin uměle přeskupováni do skupin jiných a všichni se na výuku dostavili dle běžného rozvrhu. Určení, která skupina bude experimentální a která kontrolní, bylo zcela opět náhodné. V první skupině proběhla prezentace učiva výukovou metodou B, v druhé skupině potom výukovou metodou A.

Praktickým cvičením jsou pro 1. ročníky vyhrazeny 2 vyučovací jednotky (90 minut) – veškerý tento čas byl pro experimentální výuku vyhrazen. Celkový čas na všechny fáze byl odhadován na 90 minut.

Nejprve byl studentům zadán vstupní test o 28 položkách s prosbou o jeho vyplnění. Na studenty nebyly uvaleny žádné časové limity a vyplněný test všichni odevzdali po 15-20 minutách. Na aplikaci vstupního testu navázala prezentace učiva 2: v první skupině (kontrolní) bylo učivo prezentováno formou statické vizualizace (metoda B), ve druhé skupině (experimentální) potom formou vizualizace dynamické (metoda A). Vlastní vyučování trvalo v obou skupinách 50 minut. Ihned po prezentaci učiva byl studentům administrován test na příslušné učivo. Studenti na testování předem připraveni nebyli; před

prezentací učiva jim bylo sděleny stejné informace, jako předchozím skupinám studentů v první fázi experimentu. Časové limity na vyplnění testu na učivo opět určeny nebyly. Všichni studenti odevzdali vyplněný test po 20-25 minutách.

Protože bylo i v této fázi experimentu pracováno s první vytvořenou verzí didaktického testu, bylo po jeho vyzkoušení na vzorku studentů nutné provést *analýzu vlastností testových úloh* a také *analýzu testu jako celku* pro zjištění míry jeho reliability.

Při opravování a hodnocení testů bylo použito stejných postupů, jako v případě testu na učivo 1. Původní forma testu na učivo 2 obsahovala celkem 42 úloh. Učivo bylo rozděleno do 2 tematických celků (princip fungování rovnovážného ústrojí, princip fungování sluchového orgánu). Každému tematickému celku bylo v přednášce opět vyhrazeno přiměřené množství času. Co se týče poměru vědomostních a dovednostních položek, u tohoto testu činil 32:10 a byl tedy podobný, jako v případě testu na učivo 1.

Při analýzách vlastností testových úloh i testu jako celku bylo postupováno stejně, jako při posuzování testu vstupního i testu na učivo 1. Na základě výpočtů obtížnosti bylo z testu vyřazeno 6 nevhodných položek. Z hodnocení citlivosti testových úloh vyšlo najevo, že všechny položky vykazují dostatečnou citlivost, s výjimkou 2 úloh, které byly z testu vyřazeny. Po vyřazení celkem 8 testových úloh doznalo procentuální zastoupení testových úloh v jednotlivých učebních okruzích oproti původnímu testu minimálních změn a poměr vědomostních a dovednostních položek zůstal téměř v původní podobě (32:10  $\Rightarrow$  26:8).

Posledním důležitým krokem v hodnocení testu bylo určení jeho reliability. Koeficienty reliability byly vypočítávány z již upraveného testu, tedy z testu o 34 vhodných položkách. Postupováno bylo obdobně, jako při hodnocení vstupního testu i testu na učivo 1. Po dosažení vypočítaných hodnot do Kuderova-Richardsonova vzorce bylo dospěno k následující hodnotě reliability:

$$r_{kr} = \frac{34}{34-1} \left( 1 - \frac{7,345}{7,19^2} \right) = 0,884$$

Při výpočtu reliability metodou půlení byla po dosažení vypočtených hodnot do příslušného vzorce zjištěna následující hodnota reliability:

$$r_{sb} = \frac{2 \cdot 0,867}{1 + 0,867} = 0,929$$

Při aplikaci obou způsobů výpočtu reliability testu na učivo 2 bylo dosaženo uspokojivých hodnot (0,884 a 0,929) a test bylo možno považovat za přiměřeně reliabilní. Konečná verze tohoto testu disponovala úlohami kvalitních vlastností, jako celek byl didaktický test



dostatečně validní a poskytoval spolehlivé a přesné výsledky. I test na učivo 2 byl tedy připraven pro fázi experimentálního šetření v letním semestru.

#### **4.9 Druhá fáze experimentu**

Druhá fáze experimentálního výzkumu proběhla opět v rámci výuky předmětu Fyziologie člověka a živočichů na PřF UP v Olomouci, a to v letním semestru akademického roku 2011/2012.

Grafická podoba druhé fáze experimentálního plánu je v příloze 2 (konkrétně ve spodní části schématu – LS = letní semestr). Experimentální plán byl, v porovnání s plánem zimního semestru, zdokonalen. Ve výuce působili 2 učitelé (ve schématu označeni jako „učitel X“ a „učitel Y“) a výukové metody byly opět aplikovány na dvě učiva. Tato druhá fáze experimentu byla opět realizována ve dvou na sebe navazujících etapách. V první etapě byly k dispozici 2 experimentální a 2 kontrolní skupiny studentů, jež byly využity i pro druhou navazující etapu. Tyto skupiny byly tvořeny studenty 3. ročníků učitelských biologických studijních programů (Bi-Z, Bi-Ch, Bi-F, Bi-M, Bi-Tv, Bi-Geo) a pro potřeby našeho výzkumu byly pojmenovány jako R, S, T a U. Nejprve proběhla výuka prvního učiva (fyziologie svalů = učivo 1) u skupin R-U a na to navázala výuka učiva druhého (fyziologie statoakustiky = učivo 2), a to u stejných skupin.

Pro fázi experimentálního šetření v letním semestru byly (kromě vstupních testů) připraveny již korigované testy na obě učiva. Jednalo se o upravené verze původních forem testů, které byly aplikovány v zimním semestru. Tyto upravené testy splňovaly požadavky na dostatečnou spolehlivost a přesnost, tedy byly přiměřeně reliabilní. Hlavním cílem experimentu v letním semestru již tedy nebyla úprava původních vytvořených testů, ale srovnání účinnosti dvou různých výukových metod aplikovaných na 2 učiva (právě na základě vyhodnocení korigovaných didaktických testů).

##### *Experimentální působení v první etapě LS (učivo 1)*

Výuka Fyziologie živočichů a člověka v letním akademickém semestru probíhá na PřF UP formou přednášek a praktických cvičení, a to pro třetí ročníky učitelsky zaměřených oborů (učitelství biologie a dalšího předmětu pro střední školy). Pro 3. ročníky existuje jedna společná přednáška a několik praktických cvičení, do kterých jsou studenti rozděleni –

v daném semestru to byly opět celkem 4 skupiny, čehož bylo využito a experimentální výuka proběhla v jejich rámci.

K přeskupování studentů mezi jednotlivými skupinami opět nedošlo a všichni se na výuku dostavili do skupiny, kterou v semestru běžně navštěvovali. K dispozici tedy byly 4 skupiny studentů, z čehož 2 sloužily jako experimentální a 2 jako kontrolní. Určení, která skupina bude experimentální a která kontrolní, bylo opět zcela náhodné. Ve 2 skupinách proběhla prezentace učiva výukovou metodou A, v dalších 2 skupinách potom výukovou metodou B.

Výuka byla vedena dvěma učiteli (v grafické podobě experimentálního plánu označování jako „učitel X“ a „učitel Y“), přičemž každému učiteli byly náhodně přiřazeny 2 skupiny studentů. Každý učitel prezentoval učivo vždy v jedné skupině výukovou metodou A a ve druhé skupině metodou B (přiřazení výukových metod ke skupinám bylo též zcela náhodné). Praktická cvičení běžně trvají 3 vyučovací jednotky (135 minut) – veškerý tento čas byl pro experiment vyhrazen. Celkový čas na všechny fáze (vstupní test, výuka, výstupní test) byl odhadován na 110 minut, 15 minut sloužilo jako výhodná časová rezerva.

Další postup ve vyučování byl obdobný, jako v případě první etapy experimentálního působení v zimním semestru.

#### *Experimentální působení ve druhé etapě LS (učivo 2)*

Závěrečným krokem experimentu byla výuka v letním akademickém semestru. V této etapě bylo pracováno se stejnými skupinami studentů a učivo 2 bylo všem skupinám prezentováno stejnými učiteli, jako v případě učiva 1 v předchozí etapě. Skutečnost, že druhé učivo bylo možné prezentovat stejným studentům, jako v případě učiva prvního, byla velmi důležitá. Díky ní bylo totiž možné před vlastní výukou provést rotaci faktoru (faktorem byla výuková metoda A/B). Všem skupinám studentů bylo tedy druhé učivo prezentováno s využitím druhé formy jeho vizualizace, než v případě učiva prvního. Změnilo se tedy učivo a forma metody jeho výkladu. Experimentální a kontrolní skupiny si tak vzájemně vyměnily svoji roli.

Další postup ve vyučování byl obdobný, jako v případě druhé etapy experimentálního působení v zimním semestru.

Pozn.: Jednou z podmínek realizace experimentu byla vyrovnanost zúčastněných skupin studentů. Na základě výsledků analýzy rozptylu bylo zjištěno, že skupiny studentů v letním semestru (R, S, T, U) nejsou (pro účely experimentu) vyrovnané. Vstupní znalosti skupiny U byly (v porovnání s ostatními skupinami) výrazně lepší, a proto nebyly výsledky této skupiny do analýz experimentální fáze LS využity. V případě zimního semestru se vyrovnanost skupin prokázala a do analýz byly použity výsledky všech skupin (K-N, O-P).

## 5 Výsledky empirického výzkumu

Hlavním cílem pedagogického výzkumu této práce bylo zjištění rozdílu v účinnosti dvou výukových metod (statická vs. dynamická vizualizace učiva fyziologie člověka). Kromě toho bylo také zkoumáno, jakou roli v účinnosti vizualizace hrají faktory jako pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků. Ve výzkumu byla ověřována platnost celkem 24 dílčích hypotéz (H1-H24).

Pro zodpovězení hlavní výzkumné otázky, tedy jaký typ vizualizace je za daných podmínek účinnější, bylo v rámci realizovaného experimentu testováno 6 hypotéz (H1-H2, H8-H11). Dílčí srovnávání účinnosti výukových metod bylo (na základě výsledků úspěšnosti studentů v didaktických testech) realizováno prostřednictvím Studentova t-testu, přičemž pro hladinu významnosti byla zvolena hodnota 0,05. U jednotlivých srovnávání jsme došli k následujícím hodnotám signifikance:

H1: $p = 0,0457$	H8: $p = 0,0025$	H10: $p = 0,1024$
H2: $p = 0,0615$	H9: $p = 0,0490$	H11: $p = 0,00004$

Na základě těchto získaných hodnot bylo možné ve 4 případech odmítnout nulovou hypotézu a přijmout hypotézu alternativní. Ve 4 dílčích srovnáváních se tedy podařilo prokázat vyšší účinnost dynamické vizualizace. U zbývajících dvou hypotéz (z čehož u jedné jen velmi těsně) statisticky významný rozdíl ve prospěch očekávané vyšší účinnosti dynamické vizualizace prokázán nebyl. Podle výchozí teorie kognitivní zátěže je vysoce pravděpodobné, že dynamický výukový materiál využitý v našem experimentu vykazoval nízkou míru ECL, což vedlo k menšímu zatížení pracovní paměti a tím i kvalitnějším studijním výsledkům, než v případě statických obrázků, jejichž míra ECL byla zřejmě vyšší. Při učení se ze statických obrázků byli studenti pravděpodobně pracovním vytížením usuzováním o průběhu daných fyziologických procesů, jež zde mohl být pouze naznačen. Výukové animace však popisovaly fyziologické procesy přesně a plynule. Tím zřejmě podstatně snížily nároky studentů na představivost, redukovaly požadavky na zpracování informací a uvolnily kapacitu pracovní paměti. Protože se v experimentu nepodařilo potvrdit všechny dílčí hypotézy vyslovující se pro vyšší účinnost výukových animací, nelze výsledky považovat za zcela jednoznačné. Přesto byl velmi pozitivní efekt výukových animací v našem výzkumu zaznamenán hned několikrát a výsledky se tak v mnohém přibližují výsledkům řady studií zahraničních (např. Barak et al., 2011; Köhl et al., 2011a). V navazujících výzkumech bude důležité objasnit, které parametry animací (ale i statických obrázků) jsou příčinou jejich

relativní nízké účinnosti a hledat takové kombinace vlastností těchto obrazových výukových materiálů, které z nich učiní efektivní výukové nástroje.

Ve výzkumu bylo dále zjišťováno, zda pohlaví studentů nějakým způsobem modifikuje účinnost jednotlivých výukových metod. Tato závislost byla zkoumána prostřednictvím ověřování platnosti hypotéz H13-H16. Statistické testy významnosti u žádného z dílčích srovnávání neprokázaly vliv pohlaví na úspěšnost učení s pomocí statické/dynamické vizualizace učiva (hodnoty signifikance od 0,2374 do 0,6772). Ani v případě vstupních testů se úspěšnost studentů a studentek nelišila (hypotézy H3 a H12). Bylo tedy prokázáno, že muži i ženy mají stejné předpoklady pro studium daného předmětu a pohlaví respondentů nijak nemodifikuje účinnost jednotlivých forem vizualizace učiva. Eliminace faktoru pohlaví v interpretaci výsledků většiny zahraničních studií se tedy ukázala jako oprávněná.

Dalším dílčím úkolem výzkumu bylo zjistit, jakou roli hraje typ úloh didaktických testů z hlediska úspěšnosti studentů v jejich řešení, a to v závislosti na typu vizualizace prezentovaného učiva (hypotézy H17-H20). V případě řešení vědomostních položek byl vliv vizualizace zaznamenán pouze u učiva 2 (větší účinnost ve prospěch vizualizace dynamické), přičemž rozdíl byl velmi výrazný ( $p = 0,00002$ ). I v případě dovednostních úloh jsme došli k podobným závěrům, tedy vliv vizualizace byl registrován též jen v případě učiva 2 (opět ve prospěch vizualizace dynamické;  $p = 0,00001$ ). Řešení vědomostních i dovednostních úloh se tedy u učiva 2 prokázalo jako snadnější po jeho prezentaci formou dynamické vizualizace. V případě učiva 1 byly rozdíly ve prospěch dynamické vizualizace zaznamenány rovněž, avšak nikoliv statisticky významné. K podobně nejednoznačným výsledkům došli např. Catrambone, Seay (2002) nebo Nerdel (2003). Výsledky lze pravděpodobně přičíst odlišnému charakteru obou aplikovaných učiv a pro jejich adekvátní interpretaci bude žádoucí výzkum opakovat na dalších učivech.

Poslední dílčí analýzy byly zaměřeny na zjišťování vztahu mezi výsledky studentů ve vstupním testu a vědomostním testu na dané učivo, opět v závislosti na typu jeho vizualizace (H4-H7 a H21-H24). V první fázi experimentu bylo zjištěno, že dynamická vizualizace učiva 1 i 2 byla prospěšnější pro vědomostně výkonnější studenty. V druhé fázi experimentu byly tyto výsledky potvrzeny a navíc se ukázalo, že i statická vizualizace obou učiv byla prospěšnější pro výkonnější studenty. V dané oblasti náš výzkum došel k podobným závěrům, jako některé příbuzné studie (např. ChanLin, 2001; Nerdel, 2003), tedy, že studenti s vyššími vstupními znalostmi nemusí investovat do učení tolik úsilí a jsou obdařeni vyšší kognitivní kapacitou pro porozumění učivu. Na jednu stranu je příznivé, že dynamická vizualizace byla ve všech případech pro určitou skupinu studentů velmi prospěšná. Na druhou

stranu je však žádoucí, aby z daného typu vizualizace měli všichni studenti (bez ohledu na jejich vstupní znalosti) stejný (a pokud možno co nejvyšší) prospěch. V budoucnu tedy bude třeba hledat takové formy statické/dynamické vizualizace, které nebudou zvýhodňovat jen určité skupiny studentů, ale budou prospěšné pro všechny.

Experiment realizovaný v rámci této disertační práce doplňuje řadu podobných zahraničních experimentů a přináší další vhled do problematiky využívání statických a dynamických obrazů ve výuce. Výzkumné výsledky jsou diskutovány na bázi teorie kognitivní zátěže a na pozadí výsledků příbuzných (především zahraničních) studií. Výzkum se ve všech jeho fázích neobešel bez řady úskalí, jež mnohdy nebyla očekávána, a proto je součástí této práce i přehled doporučení a návodů pro realizaci budoucích výzkumů podobného formátu. Přes některé nedostatky, na které je poukázáno v diskusní části práce, se použitá metodologie výzkumu osvědčila a ukázala se jako výhodná. Disertační práce poskytuje veškerý postup při přípravě a realizaci experimentu tak, aby jej bylo možné ve stejné podobě kdykoliv zopakovat. Všechny prezentace učiva, didaktické testy, specifikační tabulky a další potřebné materiály jsou k dispozici v elektronické podobě na přílohovém CD.

## 6 Závěr

Předložená disertační práce s názvem „*Statická a dynamická vizualizace ve výuce fyziologie*“ se zabývá problematikou výuky fyziologie na vysokých školách a řeší otázky konstrukce a účinnosti multimediálních výukových animací, jako moderního didaktického nástroje, v kontrastu k didaktickým obrazům statického formátu. Hlavním cílem disertační práce bylo teoreticky rozpracovat širokou problematiku vizualizace ve výchovně-vzdělávacím procesu, provést analýzu velkého množství (především) zahraničních studií v dané oblasti, experimentálně zjistit účinnost statické vs. dynamické vizualizace vybraného vysokoškolského učiva a na základě toho vyvodit příslušné závěry.

Disertační práce je členěna na část teoretickou a empirickou. Cílem teoretické části práce bylo zařadit studovanou problematiku do širšího kontextu, objasnit její základní terminologii a zhodnotit její současný stav. Čtenáři jsou seznámeni především s problematikou vizualizace a jejího moderního pojetí v dnešních školách a s teorií didaktického obrazu. Nejvíce prostoru je věnováno využití počítačové statické a dynamické vizualizace ve vyučování a konkrétním výzkumům, jež byly v dané oblasti (a to především v zahraničí) realizovány. Kromě toho přináší teoretická část také specifika učebního předmětu fyziologie člověka (na jehož učivu byly v empirickém výzkumu aplikovány různé formy vizualizace) a z nich vyplývající možnosti jeho výuky. Při zpracování teoretické části jsme se snažili integrovat poznatky z oblasti pedagogiky, didaktiky, kognitivní psychologie a technologie vzdělávání, utřídit poznatky a vymezit základní pojmy. Teoretická část byla vytvořena na základě práce s především primárními a aktuálními informačními zdroji. Vzhledem k tomu, že problematika didaktického obrazu patří v podmínkách naší pedagogiky k oblastem minoritním (z pohledu teoretického i empirického), úvodní teoretické pojednání této práce je poměrně rozsáhlého charakteru.

Studiem množství informačních zdrojů bylo zjištěno, že v pedagogice vyspělých zahraničních zemí (Německo, Švýcarsko, USA, Kanada, Nový Zéland) je problematice vizualizace věnováno daleko většího prostoru než v podmínkách českého školství. V zahraničí bylo za posledních 20 let realizováno výzkumů v oblasti hodnocení účinnosti statické vs. dynamické vizualizace učiva velké množství. Jejich výsledky však nejsou konzistentní – zatímco v mnoha případech se výukové animace prokázaly jako velmi účinný výukový nástroj, v jiných výzkumech selhaly na úkor statických výukových obrazů.

Současným trendem zahraničních výzkumů tak začíná být studium jednotlivých faktorů, které účinnost různých forem vizualizace modifikují. Celkově se tedy jedná o velmi složitou a komplexní problematiku, která stále zahrnuje množství nezodpovězených otázek, a proto je realizace dalších výzkumů v této oblasti velmi žádoucí a přínosná.

Dominantním cílem empirického výzkumu disertační práce bylo zodpovězení otázky, zda je dynamická vizualizace vybraného učiva fyziologie člověka účinnější, než vizualizace statická. Kromě toho byly řešeny i některé problémy doplňkového charakteru, např. jakým způsobem modifikují pohlaví, vstupní znalosti studentů a typ testových úloh didaktických testů účinnost daných forem vizualizace učiva. Nejlepším možným řešením, jak hledat odpovědi na vytyčené otázky, zjistit opravdovou účinnost dvou různých výukových metod a sledovat kauzální závislosti, byl návrh a realizace rozsáhlého experimentálního výzkumu. Vlastnímu experimentu předcházela tvorba několika typů didaktických testů a ověřování jejich vlastností, jež vedlo k získání testů vykazujících přiměřenou validitu a reliabilitu. Do vlastního experimentu bylo zapojeno 10 skupin vysokoškolských studentů (jež představovaly experimentální a kontrolní skupiny) a 2 vysokoškolští učitelé. Pro testování výukových metod byla vybrána 2 rozdílná učiva a průběh experimentu časově zasahoval do dvou akademických semestrů.

Protože je u nás výzkum v dané oblasti teprve na svém počátku, hlavním cílem empirického zkoumání této disertační práce bylo obecné porovnání účinnosti statické/dynamické vizualizace vybraného vysokoškolského učiva biologie. Analýzy výsledků přinesly zjištění, že ve většině dílčích srovnávání se dynamická vizualizace učiva (reprezentovaná výukovými animacemi) prokázala jako účinnější než vizualizace statická (reprezentovaná statickými výukovými obrazy). Přestože se ve většině etap experimentu jako účinnější prokázaly výukové animace, všechny hypotézy ve prospěch jejich vyšší účinnosti potvrzeny nebyly, a proto nelze na hlavní výzkumný problém odpovědět zcela jednoznačně. Pro hlubší proniknutí do problematiky byla zkoumána role některých faktorů, které by mohly tuto účinnost modifikovat. Došli jsme tak např. k závěru, že pohlaví studentů nemá na účinnost statické ani dynamické vizualizace žádný pozměňující vliv. Při hledání odpovědi na otázku, jaký vliv má typ vizualizace na úspěšnost studentů v různých formách testových úloh (měřících vědomosti/dovednosti), jsme k jednoznačným závěrům nedospěli. Poslední analýzy, které se zabývaly zkoumáním vztahu mezi výsledky studentů ve vstupním testu a vědomostních testech na daná učiva, prokázaly zejména skutečnost, že dynamická vizualizace učiva je prospěšná hlavně pro vědomostně výkonnější studenty.

***Na základě výsledků realizovaného empirického výzkumu lze formulovat několik doporučení pro navazující výzkumy v dané problematice:***

- výzkum ve stejné podobě zopakovat na dalších skupinách respondentů a s dalšími typy učiva, případně v dalších biologických předmětech; pomocí retenčních testů se zaměřit i na účinnost vizualizace z hlediska dlouhodobého uchování poznatků;
- realizovat výzkumy, které budou sledovat vliv dalších proměnných, vztahujících se:
  - k obrazovým vlastnostem výukových materiálů, jako např. interaktivita, repetitivnost, realismus, barevné ztvárnění či 3D efekt statických a dynamických obrazů; zkoumat roli různých typů signálních vodítek a různých forem textu doprovázejícího obraz;
  - ke kognitivním charakteristikám studentů, jako např. kompetence studentů učit se z vizuálií, jejich vizuální kognitivní styl, motivace a zájmy apod.; sledovat vliv osobnosti učitelů na účinnost různých forem vizualizace prezentovaného učiva;
  - k podmínkám vnějšího prostředí, jako např. typ a stupeň školy, organizační formy výuky apod.
- od výzkumů srovnávajících účinnost statické a dynamické vizualizace volně přecházet k výzkumům:
  - porovnávajících účinnost různých forem statické (resp. dynamické) vizualizace a hledat optimální formy obou typů vizualizace;
  - zjišťujících podmínky, za nichž je využití statické/dynamické vizualizace efektivní;
- výukové materiály využitě v experimentech podrobovat evaluaci studentů a zjišťovat, jak míra atraktivnosti jednotlivých forem vizualizace učiva, či míra vloženého úsilí do studia z nich, souvisí s jejich vzdělávací účinností.

***Kromě toho lze formulovat i několik námětů na další studie, které by zkoumaly problémy, jež v dané oblasti prozatím řešeny nebyly vůbec, nebo jen velmi ojediněle a omezeně:***

- Jakou roli hrají prostorové efekty statického a dynamického obrazu v jeho účinnosti? Jsou účinnější 2D/3D výukové obrazy a animace a případně za jakých podmínek?



- Jako roli hraje typ počítačového programu, v němž jsou statické či dynamické obrazy vytvořeny?
- Mohou účinnost dynamických výukových obrazů modifikovat zvuková signální vodítka, která slouží ke zvýraznění důležitých událostí či změn v průběhu animací? A pokud ano, tak jaké typy zvuků jsou či nejsou vhodné?
- Může účinnost statických/dynamických výukových obrazů modifikovat hudební podklad, který doprovází prezentaci učiva? A pokud ano, tak jaký druh hudby je či není vhodný?

Vedle výzkumů orientovaných výhradně kvantitativně lze též doporučit aplikaci kvalitativních přístupů, jež by vedly k odhalení nových problémů a k objasnění dalších zákonitostí, které se v dané problematice uplatňují.

To jsou jen některé náměty pro navazující studie. V dané oblasti jsou výzkumy realizovány od dob postupného zavádění počítačové výuky do škol. Přesto, že bylo dosud provedeno (především v zahraničí) poměrně velké množství výzkumů, všechny otázky dosud vyřešeny nejsou a stále vyvstávají otázky nové. Zdaleka se tedy nejedná o problematiku dostatečně prozkoumanou. Téměř každým rokem se objevují stále nové prostředky poskytující moderní vizualizaci učiva a systematické výzkumy v této složité oblasti jsou teprve před námi.

***Přínos předložené disertační práce pro rozvoj pedagogiky a výchovně vzdělávací praxi lze shrnout do následujících bodů:***

- předložená disertační práce (již svým zaměřením) vyzvedává úlohu terciární didaktiky, která v podmínkách českého školství prakticky neexistuje;
- disertační práce přináší podrobně zmapovanou problematiku vizualizace a obrazu v pedagogických, psychologických a didaktických souvislostech, se zaměřením na počítačovou statickou a dynamickou vizualizaci učiva;
- disertační práce přináší analýzu velkého množství aktuálních zahraničních výzkumů realizovaných v dané oblasti včetně mnoha dalších odkazů;
- disertační práce přináší (na základě shrnutí poznatků z dostupných zdrojů) přehled obecných doporučení a zásad pro tvorbu pedagogicky účinných počítačových výukových animací;

- disertační práce přináší seznam 10 nejčastěji doporučovaných literárních zdrojů pro studium předmětu fyziologie člověka na fakultách v ČR, kde je daný předmět přednášen;
- v rámci disertační práce byly vytvořeny výukové materiály (s využitím statické a dynamické formy vizualizace učiva) na dvě ucelené kapitoly učebního předmětu fyziologie člověka; tyto prezentace bude v budoucnu možné využít jak při běžné tak i experimentální výuce fyziologie člověka na vysokých školách (v modifikacích i na školách středních);
- v rámci disertační práce byly vytvořeny nástroje pro měření výsledků výuky (3 druhy didaktických testů o vhodné validitě, reliabilitě a s úlohami kvalitních vlastností); tyto testy bude v budoucnu možné zužitkovat v běžné pedagogické praxi, ale mohou posloužit i jako nástroj měření účinnosti různých forem vizualizace učiva v navazujících či podobných výzkumech; vstupní didaktický test může nalézt uplatnění při zjišťování míry základních znalostí studentů ze středoškolského učiva fyziologie, což může být prospěšné nejen pro výzkumnou práci;
- v rámci disertační práce byl vytvořen a vyzkoušen experimentální plán, jež může sloužit jako podklad pro realizaci dalších studií, případně lze jeho podobu modifikovat dle aktuálních podmínek;
- součástí práce je množství doporučení pro realizaci výzkumů podobného charakteru a upozornění na nežádoucí jevy, které mohou při pedagogických experimentech nastat (včetně návodů na jejich řešení); tyto praktické poznatky mohou být prospěšné pro řadu dalších výzkumníků;
- pedagogický experiment realizovaný v rámci této disertační práce je žádoucím doplněním řady zahraničních studií (aplikovaných nejen na biologické obory) a přináší další vhled do problematiky využívání statických a dynamických obrazů ve škole; výsledky experimentu vyzdvihují úlohu počítačových výukových animací v porozumění náročného učiva přírodovědných předmětů;
- výzkum disertační práce prokázal, že pro tvorbu dynamických vizuálií typu animací jsou vhodné nástroje programu MS PowerPoint; ve většině případů experimentálních srovnávání se tyto animace prokázaly jako pedagogicky velmi účinné a představují tak slibnou formu prezentace učiva fyziologie člověka;
- výsledky realizovaného experimentu obohacují pedagogickou-psychologickou základnu o empirické potvrzení vzdělávací účinnosti dynamické vizualizace učiva

(v oboru fyziologie člověka), ale i skutečnost, že dynamická vizualizace nemusí být ve škole prospěšná za všech okolností, což v dané oblasti vyžaduje nutnost navazujících výzkumů;

- výsledky realizovaného experimentu jsou v souladu s výchozí teorií kognitivní zátěže a mají praktické využití pro konstrukci účinných multimediálních materiálů pro vysokoškolskou výuku biologických disciplín;
- závěry z výzkumu naleznou uplatnění při řešení stávajících a budoucích grantů zaměřených na podporu modernizace terciárního biologického vzdělávání;
- výsledky výzkumu jsou pro jeho autora impulzem k pokračování v tvorbě grafických dynamických výukových materiálů a také v podpoře jejich využívání učiteli i studenty, jimž mohou výuku či studium nejen zpestřit, ale především usnadnit.

V současné době se ve světové pedagogice a psychologii vedou horlivé debaty o možnostech využití PC animací ve vyučování. Nadšení prvních let, kdy se potenciál dynamické vizualizace zdál být neomezený, se začíná ubírat do více pragmatického pohledu a jednostranné vyzdvihování účinnosti výukových animací začíná být považováno za velmi omezený přístup. Přestože se soustavně prokazuje, že jejich využívání může být v různých situacích velmi účinné, role statických obrazů by neměla být podceňována. Je žádoucí, aby se studie příštích let zaměřily na odhalování zákonitostí, které povedou k optimalizaci podoby nejen dynamických, ale i statických vizuálií, protože obě tyto formy prezentace učiva hrají (nejen) v přírodovědném vzdělávání velmi důležitou roli.

## 7 Výběr z použité literatury a zdrojů

### Domácí literatura a zdroje

- ALTMAN, A. *Metody a zásady ve výuce biologii*. Praha: SPN, 1975. Bez ISBN.
- BAKONYI, P. *Zásada názornosti a jak ji uplatňovat při šíření poznatků*. Praha: Osvětový dům v Praze, 1962. Bez ISBN.
- BRADBURY, A. *Jak úspěšně prezentovat a přesvědčit*. Brno: Computer Press, 2007. ISBN 80-251-1622-0.
- BUDIŠ, J. *Video ve škole*. Brno: MU, 1991. Bez ISBN.
- BYČKOVSKÝ, P. *Základy měření výsledků výuky*. Praha: ČVUT, 1982. Bez ISBN.
- ČÁP, J., MAREŠ, J. *Psychologie pro učitele*. Praha: Portál, 2007. ISBN 978-80-7367-273-7.
- DOSTÁL, J. *Učební pomůcky a zásada názornosti*. Olomouc: Votobia, 2008. ISBN 978-80-7220-310-9.
- DVOŘÁK, F. a kol. *Základy didaktiky biologie*. Brno: UJEP, 1982. Bez ISBN.
- FELLNEROVÁ, I., KINCL, L., STONOVÁ, D. *Jak na PowerPoint*. Olomouc: UP, 2008. ISBN 978-80-244-1919-0.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Brno: Paido, 2010. ISBN-13: 978-80-7315-185-0.
- HALL, G. M. *Jak připravit úspěšnou přednášku*. Praha: Galén, 2006. ISBN 80-7262-4229.
- HRABÍ, L. Hodnocení grafické informace učebnic přírodopisu. *e-Pedagogium*, 2006, roč. 6, č. 1, s. 26-32. ISSN 1213-7499.
- CHRÁSKA, M. *Didaktické testy*. Brno: Paido, 1999. ISBN 80-85931-68-0.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. Praha: Grada, 2007. ISBN 978-80-247-1369-4.
- JAKEŠ, T., MICHALÍK, P. Problematika tvorby vlastního simulačního programu. In *Alternativní metody výuky 2009*. Hradec Králové: Gaudeamus, 2009, s. 1-9. ISBN, 978-80-7041-515-3.
- JANKO, T., KNECHT, P. Vizuální prvky v učebnicích: přehledová studie česko-slovenských výzkumů. In RYBIČKOVÁ, M., HLADÍK, J. (Ed.), *Škola v proměnách: Učitel-žák-učivo*. [CD-ROM] Zlín: Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, 2009. ISBN 978-80-7318-904-4.
- JANOUSEK, J. a kol. *Metody sociální psychologie*. Praha: SPN, 1986. Bez ISBN.
- KALHOUS, Z.; OBST, O. *Školní didaktika*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-253-X.
- KERLINGER, F. N. *Základy výzkumu chování*. Praha: Academia, 1972. Bez ISBN.
- KOMENSKÝ, J. A. *Didaktika velká*. Brno: Komenium, 1948. Bez ISBN.
- LEDVINKA, F. *Homo spectator. Dívat se a vidět*. Praha: Horizont, 1988. Bez ISBN.
- MACEK, Z. Obraz jako didaktický prostředek. *Pedagogika*, 1984, č. 3, s. 453-469. Bez ISSN.

- MACEK, Z. Teorie didaktického obrazu a její využití při modernizaci vyučování. In KOUBA, L. a kol. *Výzkum tvorby a využití materiálních didaktických prostředků pro školy základní a střední* (s. 114-135). Praha: SPN, 1986. Bez ISBN.
- MAŇÁK, J. *Nárys didaktiky*. Brno: MU, 2003. ISBN 80-210-3123-9.
- MAŇÁK, J., ŠVEC, V. *Výukové metody*. Brno: Paido, 2003. ISBN 80-7315-039-5.
- MAŇÁK, J. a kol. *Kapitoly z metodologie pedagogiky*. Brno: Masarykova univerzita, 1994. ISBN 80-210-1031-2.
- MAREŠ, J. Učení z obrazového materiálu. *Pedagogika*, 1995, roč. 45, č. 4, s. 318-327. ISSN 3330-3815.
- MAREŠ, J. Pedagogicko-psychologický výzkum založený na obrazovém materiálu. *Československá psychologie*, 2002, roč. 46, č. 2, s. 120-137. ISSN 0009-062X.
- MASLOWSKI, O. *Didaktika biologie*. Olomouc: UP, 1990. Bez ISBN.
- MAŠEK, J. *Audiovizuální komunikace výukových médií*. Plzeň: Západočeská univerzita, 2002. ISBN 80-7082-905-2.
- PELIKÁN, J. *Základy empirického výzkumu pedagogických jevů*. Praha: Karolinum, 2006. ISBN 80-7184-569-8
- POSPÍŠIL, J., MICHAL, S. *Multimediální slovník aneb manuál milovníka multimédií*. Olomouc: Rubico, 2004. ISBN 80-7346-019-X.
- PRŮCHA, J. *Učebnice: teorie a analýzy edukačního média*. Brno: Paido, 1998. ISBN 80-85931-19-4.
- PRŮCHA, J. *Pedagogická encyklopedie*. Praha: Portál, 2009. ISBN 978-80-7367-546-2.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. *Pedagogický slovník*. Praha: Portál, 2003. ISBN 80-7178-772-8.
- PÝCHOVÁ, I. K funkci vizuálií v rozvoji osobnosti žáka. *Pedagogika*, 1990, roč. 40, č. 6, s. 669-684. Bez ISSN.
- ROŠTEJNSKÁ, M., KLÍMOVÁ, H. Zpracování chemických procesů v aplikaci PowerPoint. In *Alternativní metody ve výuce 2007*. Hradec Králové: Gaudeamus, UHK, 2007. s 34. ISBN 978-80-7041-129-2.
- RŮŽIČKA, E., RŮŽIČKOVÁ, B. *Technologie vzdělávání*. Olomouc: Univerzita Palackého, 2007. ISBN 978-80-244-1732-5.
- SIKOROVÁ, Z. *Hodnocení a výběr učebnic v praxi*. Ostrava: OU, 2007. ISBN 978-80-7368-6.
- SKALKOVÁ, J. *Obecná didaktika*. Praha: ISV, 1999. ISBN 80-85866-33-1.
- SKALKOVÁ, J. a kol. *Úvod do metodologie a metod pedagogického výzkumu*. Praha: SPN, 1983. Bez ISBN.
- SPOUSTA, V. *Vizualizace: gnostický a komunikační prostředek edukologických fenoménů*. Brno: Masarykova univerzita, 2007. ISBN 978-80-210-4420-3.
- SPOUSTA, V. *Vizualizace vybraných problémů hraničních pedagogických disciplín*. Brno: Masarykova univerzita, 2010. ISBN 978-80-210-5296-3.

- STERNBERG, R. J. *Kognitivní psychologie*. Praha: Portál, 2002. ISBN 80-7178-376-5.
- STRNAD, E., UŽDIL, J., ŠVEC, O. *Školní obraz, jeho význam a užití*. Praha 1954. Bez ISBN.
- ŠTIKAR, J. *Obrazová komunikace*. Praha: Univerzita Karlova, 1991. ISBN 0567-0387.
- ŠVEC, Š. a kol. *Metodologie věd o výchově. Kvantitativně-scientické a kvalitativně-humanitní přístupy v edukačním výzkumu*. Brno: Paido, 2009. ISBN 978-807-315-192-8.
- VINTER, V. a kol. *Příručka pro začínající učitele biologie*. Šumperk: Trofix, 2009. ISBN 978-80-904309-4-5.
- ZINČENKO, V. P. Problémy vizuální kultury. *Estetická výchova*, 1976, č. 5, s. 113-136. Bez ISBN.
- ZINČENKO, V. P., VERGILES, N. J. *Utváření vizuálního obrazu*. Praha: Academia, 1975. Bez ISBN.

### Zahraniční literatura a zdroje

- AINSWORTH, S., Van LABEKE, N. Multiple Forms of Dynamic Representation. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3. ISSN 0959-4752.
- ARGUEL, A., JAMET, E. Using Video and Static Pictures to improve Learning of Procedural Contents. *Computers in Human Behavior*, 2009, Vol. 25, No. 2, pp.354-359. ISSN 0747-5632.
- AYRES, P., PAAS, F. Making Instructional Animations More Effective: a Cognitive Load Approach. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 695-700, ISSN 0888-4080.
- BADDELEY, A. D. Working Memory. *Science, New Series*, 1992, Vol. 255, No. 5044, pp. 556-559. ISSN 0829-5735.
- BARAK, M., ASHKAR, T., DORI, Y. J. Learning Science via Animated Movies: Its Effect on Students' Thinking and Motivation. *Computers & Education*, 2011, Vol. 56, No. 3, pp. 839-846. ISSN 0360-1315.
- BÉTRANCOURT, M., TVERSKY, B. Effect of Computer Animation on Users' Performance: a Review. *Travail-Humain*, 2000, Vol. 63, No. 4, pp. 311-329. ISSN 0041-1868.
- BODEMER, D., PLOETZNER, R., FEUERLEIN, I., SPADA, H. The Active Integration of Information during Learning with Dynamic and Interactive Visualizations. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, ISSN 0959-4752.
- BOUCHEIX, J. M., LOWE, R. K. An Eye Tracking Comparison of External Pointing Cues and Internal Continuous Cues in Learning with Complex Animations. *Learning and Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 2, pp. 123-135. ISSN 0959-4752.
- BOUCHEIX, J. M., SCHNEIDER, E. Static and Animated Presentations in Learning Dynamic Mechanical Systems. *Learning and Instruction*, 2009, Vol. 19, No. 2, pp. 112-127. ISSN 0959-4752.

- CANHAM, M., HEGARTY, M. Effects of Knowledge and Display Design on Comprehension of Complex Graphics. *Learning & Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 2, pp. 155-166. ISSN 0959-4752.
- CHANDLER, P. The Crucial Role of Cognitive Processes in the Design of Dynamic Visualizations. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 353-357. ISSN 0959-4752.
- CHANDLER, P., SWELLER, J. Cognitive Load Theory and the Format of Instruction. *Cognition and Instruction*, 1991, Vol. 8, No. 4, pp. 293-332. ISSN 0737-0008.
- CHANLIN, L. J. Attributes of Animations for Learning Scientific Knowledge. *Journal of Instructional Psychology*, 2000, Vol. 27, No. 4, pp. 228-238. ISSN 0094-1956.
- CHANLIN, L. J. Formats and Prior Knowledge on Learning in a Computer-Based Lesson. *Journal of Computer-Assisted Learning*, 2001, Vol. 17, No. 4, pp. 409-419. ISSN 0266-4909.
- CATRAMBONE, R., SEAY, A. F. Using Animation to help Students Learn Computer Algorithms. *Human Factors*, 2002, Vol. 44, No. 3, pp. 495-511. ISSN 0018-7208.
- DALE, E. *Audiovisual Methods in Teaching*. New York: The Dryden Press; Holt, Rinehart and Winston, 1969. Without ISBN.
- De KONING, B. B., TABBERS, H. K., RIKERS, R. M., PAAS, F. Attention Cueing as a Means to Enhance Learning from an Animation. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 731-746. ISSN 0888-4080.
- EYSENCK, M. W., KEANE, M. T. *Cognitive Psychology: A Student's Handbook*. New York: Psychology Press, 2005. ISBN-10: 0863775519.
- FISCHER, S., LOWE, R. K., SCHWAN, S. Effects of Presentation Speed of a Dynamic Visualization on the Understanding of a Mechanical System. *Applied Cognitive Psychology*, 2008, Vol. 22, No. 8, pp. 1126-1141. ISSN 0888-4080.
- HEGARTY, M. Dynamic Visualizations and Learning: Getting to the Difficult Questions. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 343-351. ISSN 0959-4752.
- HEGARTY, M., KRIZ, S., CATE, C. The Roles of Mental Animations and External Animations in Understanding Mechanical Systems. *Cognition and Instruction*, 2003, Vol. 21, No. 4, pp. 325-360. ISSN 0737-0008.
- HIDRIO, C., JAMET, É. Compréhension d'un Dispositif Technique: Apports d'Une Illustration Dynamique et des Traitements Multiples (Comprehension of Technical Device: Impact of a Dynamic Illustrations and of Multiple Processing). *Psychologie Francaise*, 2002, Vol. 47, No. 1, pp. 61-67. ISSN 0033-2984.
- HÖFFLER, T. N., LEUTNER, D. Instructional Animation versus Static Pictures: A Meta-analysis. *Learning and Instruction*, 2007, Vol. 17, No. 10, pp. 722-738. ISSN 0959-4752.
- HÖFFLER, T. N., LEUTNER, D. The Role of Spatial Ability in Learning from Instructional Animations – Evidence for an Ability-as-Compensator Hypothesis. *Computers in Human Behaviour*, 2011, Vol. 27, No. 1, pp. 209-216. ISSN 0747-5632.
- HÖFFLER, T. N., PRECHTL, H., NERDEL, C. The Influence of Visual Cognitive Style when Learning from Instructional Animations and Static Pictures. *Learning & Individual Differences*, 2010, Vol. 20, No. 5, pp. 479-483. ISSN 1041-6080.

- KALYUGA, S., CHANDLER, P., SWELLER, J. Managing Split-Attention and Redundancy in Multimedia Instruction. *Applied Cognitive Psychology*, 1999, Vol. 13, No. 4, pp. 351-371. ISSN 0888-4080.
- KOMBARTZKY, U., PLOETZNER, R., SCHLAG, S., METZ, B. Developing and Evaluating a Strategy for Learning from Animations. *Learning and Instruction*, 2010, Vol. 20, No. 5, pp. 424-433. ISSN 0959-4752.
- KÜHL, T., SCHEITER, K., GERJETS, P., GEMBALLA, S. Can Differences in Learning Strategies Explain the Benefits of Learning from Static and Dynamic Visualizations? *Computers & Education*, 2011, Vol. 56, pp. 176-187. ISSN 0360-1315.
- KÜHL, T., SCHEITER, K., GERGETS, P., EDELMANN, J. The Influence of Text Modality on Learning with Static and Dynamic Visualizations. *Computers in Human Behaviour*, 2011, Vol. 27, pp. 27-35. ISSN 0747-5632.
- LARGE, A., BEHESHTI, J., BREALEUX, A., RENAULD, A. Effect of Animation in Enhancing Descriptive and Procedural Texts in a Multimedia Learning Environment. *Journal of the American Society for Information Science*, 1996, Vol. 47, No. 6, pp. 437-448, ISSN 0002-8231.
- LAZAROWITZ, R., HUPPERT, J. Science Process Skills of 10th Grade Biology Students in a Computer-Assisted Learning Setting. *Journal of Research on Computing in Education*, 1993, Vol. 25, No. 3., pp. 366-382. ISSN 0888-6504.
- LEVIE, W. H., LENTZ, R. Effects of Text Illustrations: a Review of Research. *Educational Communication and Technology Journal*, 1982, Vol. 30, No. 4, pp. 195-232. ISSN 0001-2890.
- LEWALTER, D. Cognitive Strategies for Learning from Static and Dynamic Visuals. *Learning and Instruction*, 2003, Vol. 13, No. 2, pp. 177-189. ISSN 0959-4752.
- LOWE, R. K. Extracting Information from an Animation during Complex Visual Learning. *European Journal of Psychology of Education*, 1999, Vol. 14, No. 2, pp. 225-244. ISSN 0256-2928.
- LOWE, R. K. Animation and Learning: Selective Processing of Information in Dynamic Graphics. *Learning and Instruction*, 2003, Vol. 13, No. 2, pp. 157-176. ISSN 0959-4752.
- LOWE, R. K. Interrogation of a Dynamic Visualization During Learning. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 257-274. ISSN 0959-4752.
- LUSK, M. M., ATKINSON, R. K. Animated Pedagogical Agents: Does their Degree of Embodiment Impact Learning from Static or Animated Worked Examples? *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 747-764. ISSN 0888-4080.
- MAYER, R. E. Multimedia Learning: are we asking the Right Questions? *Educational Psychologist*, 1997, Vol. 32, No. 1, pp. 1-19. ISSN 0046-1520.
- MAYER, R. E. *Multimedia Learning*. Cambridge: Cambridge University Press, 2001. ISBN 0-52178-749-1.
- MAYER, R. E. Cognitive Theory of Multimedia Learning. In MAYER, R. E. (Ed.), *The Cambridge Handbook of Multimedia Learning* (pp. 31-48). Cambridge: Cambridge University Press, 2005. ISBN: 0-521-54751-2.



- MAYER, R. E., CHANDLER, P. When Learning is just a Click Away: does Simple User Interaction foster Deeper Understanding of Multimedia Messages? *Journal of Educational Psychology*, 2001, Vol. 93, No. 2, pp. 390-397. ISSN 0022-0663.
- MAYER, R. E., De LEEUW, K. E., AYRES, P. Creating Retroactive and Proactive Interference in Multimedia Learning. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, 795-809. ISSN 0888-4080.
- MAYER, R. E., HEGARTY, M., MAYER, S., CAMPBELL, J. When Static Media Promote Active Learning: Annotated Illustrations versus Narrated Animations in Multimedia Instruction. *Journal of Experimental Psychology: Applied*, 2005, Vol. 11, No. 4, pp. 256-265. ISSN 1076-898X.
- MAYER, R. E., MAASA, L. Three Facets of Visual and Verbal Learners: Cognitive Ability, Cognitive Style, and Learning Preference. *Journal of Educational Psychology*, 2003, Vol. 95, No. 4, pp. 833-841. ISSN 0022-0663.
- MAYER, R. E., MORENO, R. A Split-Attention Effect in Multimedia Learning: Evidence for Dual Processing Systems in Working Memory. *Journal of Educational Psychology*, 1998, Vol. 90, No. 2, pp. 312-320. ISSN 0022-0663.
- MAYER, R. E., MORENO, R. Animation as an Aid to Multimedia Learning. *Educational Psychology Review*, 2002, Vol. 14, No. 1, pp. 87-99. ISSN 1040-726X.
- McCLEAN, R., JOHNSON, C., ROGERS, R., DANIELS, L., REBER, J., SLATOR, B. M., TERPSTRA, J., WHITE, A. Molecular and Cellular Biology Animations: Development and Impact on Student Learning. *Cell Biology Education*, 2005, Vol. 4, No. 2, pp. 169-179. ISSN 1536-7509.
- MORENO, R., MAYER, R. E. Cognitive Principles of Multimedia Learning: The Role of Modality and Contiguity. *Journal of Educational Psychology*, 1999, Vol. 91, No. 2, pp. 358-368. ISSN 0022-0663.
- NARAYANAN, N. H., HEGARTY, M. Multimedia Design for Communication of Dynamic Information. *International Journal of Human-Computer Studies*, 2002, Vol. 57, No. 4, pp. 279-315. ISSN 1071-5819.
- NERDEL, C. *Die Wirkung von Animation und Simulation auf das Verstaendnis von stoffwechselfysiologischen Prozessen (The Influence of Animation and Simulation on the Comprehension of Physiological Metabolism)*. Doctoral dissertation, University of Kiel, Germany, 2003.
- NICHOLLS, C., MERKEL, S. The Effect of Computer Animation on Students' Understanding of Microbiology. *Journal of Research on Computing in Education*, 1996, Vol. 28, No. 3, pp. 359-372. ISSN 0888-6504.
- O'DAY, D. H. Animated Cell Biology: A Quick & Easy Method for Making Effective High-quality Teaching Animations. *CBE: Life Sciences Education*, 2006, Vol. 5, No. 3, pp. 155-163. ISSN 1931-7913.
- O'DAY, D. H. The value of Animations in Biology Teaching: A Study of Short-term and Long-term Memory Retention. *CBE: Life Sciences Education*, 2007, Vol. 6, No. 3, pp. 217-223. ISSN 1931-7913.

- PAAS, F., RENKL, A., SWELLER, J. Cognitive Load Theory and Instructional Design: Recent Developments. *Educational Psychologist*, 2003, Vol. 38, No. 1, pp. 1-4. ISSN 0046-1520.
- PAAS, F., VAN GERVEN, P. V. M., WOUTERS, P. Instructional Efficiency of Animation: Effects of Interactivity through Mental Reconstruction of Static Key Frames. *Applied Cognitive Psychology*, 2007, Vol. 21, No. 6, pp. 783-793. ISSN 0888-4080.
- PAIVIO, A. *Mental Representations: A Dual Coding Approach*. Oxford: Oxford University Press, 1986. Without ISBN.
- PARK, O., HOPKINS, R. Instructional Conditions for Usune Dynamic Visual Display: A Review. *Instructional Science*, 1992, Vol. 21, No.6, pp. 1-24. ISSN 0011-8557.
- PLAAS, J. L., CHUN, D., MAYER, R. E, LEUTNER, D. Cognitive Load in Reading Foreign Language Text with Multimedia Aids and the Influence of Verbal and Spatial Abilities. *Computers in Human Behaviour*, 1998, Vol. 19, No. 2, pp. 211-220. ISSN 0747-5632.
- RIEBER, L. P., KINI, A. S. Theoretical Foundations of Instructional Applications of Computer-Generated Animated Visuals. *Journal of Computer-Based Instruction*, 1991, Vol. 18, No. 3., pp. 83-88. ISSN 0098-597X.
- RIEBER, L. P., TZENG, S. C., TRIBBLE, K. Discovery Learning, Representation, and Explanation Within a Computer-Based Simulation: Finding the Right Mix. *Learning and Instruction*, 2004, Vol. 14, No. 3, pp. 307-323. ISSN 0959-4752.
- SCHNOTZ, W., BANNERT, M. Construction and Interference in Learning from Multiple Representations. *Learning and Instruction*, 2003, Vol. 13, No. 2, pp. 141-156. ISSN 0959-4752.
- SCHNOTZ, W., BOCKHELER, J., GRZONDIEL, H. Individual and Cooperative Learning with Interactive Animated Pictures. *European Journal of Psychology and Education*, 1999, Vol. 14, p. 245-265. ISSN 0256-2928.
- SCHNOTZ, W., RASCH, T. Enabling, Facilitating, and Inhibiting Effects of Animations in Multimedia Learning: Why Reduction of Cognitive Load can have Negative Results on Learning. *Educational Technology: Research and Development*, 2005, Vol. 53, No. 3, pp. 47-58. ISSN 1042-1629.
- STITH, B. J. Use of Animation in Teaching Cell Biology. *Cell Biology Education*, 2004, Vol. 3, No. 3, pp.181-188. ISSN 1931-7913.
- SWELLER, J. Cognitive Load Theory, Learning Difficulty, and Instructional Design. *Learning and Instruction*, 1994, Vol. 4, No. 4, pp. 295-312. ISSN 0959-4752.
- TVERSKY, B., MORRISON, J. B., BÉTRANCOURT, M. Animation: can it facilitate? *International Journal of Human Computer Studies*, 2002, Vol. 57, No. 4, pp. 247-262. ISSN 1071-5819.
- Van MERRIËNBOER, J. J. G., AYRES, P. Research on Cognitive Load Theory and its Design Implications for E-learning. *Educational Technology, Research and Development*, 2005, Vol. 53, No. 3, pp. 5-13. ISSN 1042-1629.
- YANG, E. M., ANDRE, T., GREENBOWE, T. Y. Spatial Ability and the Impact of Visualization/Animation on Learning Electrochemistry. *International Journal of Science Education*, 2003, Vol. 25, No. 3, pp. 329-349. ISSN 0950-0693.

## 8 Seznam příloh disertační práce

### 1 Časový harmonogram empirického výzkumu disertační práce

### 2 Graficky vyjádřený experimentální plán realizovaného empirického výzkumu

### 3 Specifikační tabulky didaktických testů

- 3.1 Specifikační tabulka pro vstupní test (původní)
- 3.2 Specifikační tabulka pro vstupní test (korigovaná)
- 3.3 Specifikační tabulky pro test na učivo 1 (původní a korigovaná)
- 3.4 Specifikační tabulky pro test na učivo 2 (původní a korigovaná)

### 4 Formuláře pro posuzovatele didaktických testů

- 4.1 Formulář pro posuzovatele vstupního testu
- 4.2 Formulář pro posuzovatele testu na učivo 1
- 4.3 Formulář pro posuzovatele testu na učivo 2

### 5 Didaktické testy

- 5.1 Ukázka části vstupního testu pro posuzovatele
- 5.2 Korigovaná verze vstupního testu
- 5.3 Původní verze testu na učivo 1
- 5.4 Původní verze testu na učivo 2

### 6 Výsledky didaktických testů

- 6.1 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 1 v zimním semestru
- 6.2 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 2 v zimním semestru
- 6.3 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 1 v letním semestru
- 6.4 Výsledky vstupních testů a testů na učivo 2 v letním semestru

### 7 Ukázka fotodokumentace z experimentální výuky (prezentační plochy v učebnách z pohledu studentů; foto: Hlaváček, 2011)

### 8 CD

- Text disertační práce v elektronické podobě (pdf)
- Všechny didaktické testy (doc)
- Specifikační tabulky didaktických testů (doc)
- Analýzy vlastností didaktických testů (xls)
- Výsledky didaktických testů (xls, doc)
- Výukové prezentace (ppt)
- Fotodokumentace z experimentu (jpeg)



## Abstrakt a klíčová slova

**Abstrakt:** Disertační práce se zabývá problematikou výuky fyziologie na vysokých školách a řeší otázky konstrukce a účinnosti výukových animací v kontrastu ke statickým didaktickým obrazům. Teoretická část rozpracovává problematiku didaktického obrazu a vizualizace ve výchovně vzdělávacích souvislostech, se zaměřením na počítačovou statickou a dynamickou vizualizaci učiva. Hlavním cílem empirického výzkumu bylo zjištění rozdílu v účinnosti statické a dynamické vizualizace učiva fyziologie člověka. Výzkum byl realizován v prostředí výuky na vysoké škole a měl podobu experimentu, do něhož bylo zapojeno celkem 10 skupin studentů (tvořících experimentální a kontrolní skupiny) a 2 učitelé. Experiment časově zasahoval do průběhu 2 akademických semestrů, přičemž v každém semestru zahrnovala experimentální výuka výklad dvou tematických učebních celků (vždy formou statické/dynamické vizualizace). Vlastnímu experimentu předcházela konstrukce a ověřování několika typů didaktických testů, pomocí nichž byla zjišťována účinnost testovaných výukových metod. Výzkumem bylo zjištěno, že ve většině dílčích porovnávání se dynamická vizualizace prokázala jako účinnější než vizualizace statická. Kromě toho bylo také zkoumáno, jakou roli hrají v účinnosti vizualizace faktory jako pohlaví studentů, jejich vstupní znalosti a typ testových úloh z hlediska úrovně osvojení poznatků. Výsledky výzkumu doplňují řadu zahraničních studií v dané oblasti a přinášejí další vhled do aktuální problematiky využívání statických a dynamických počítačových obrazů ve škole. Disertační práce vyzvedává důležitost terciární didaktiky a pokouší se přispět k modernizaci a zkvalitňování vysokoškolské výuky biologických oborů.

**Klíčová slova:** didaktický obraz, dynamická vizualizace, experiment, multimédia, statická vizualizace, výuka fyziologie člověka, výuková animace

**Abstract:** This thesis deals with the teaching of physiology at university, and addresses the issues of design and efficiency of teaching animation in contrast to static didactic images. The theoretical part of the issues elaborated didactic image and display in the educational context, with a focus on computer static and dynamic visualization of the curriculum. The main aim of the empirical research was to determine the difference in the effectiveness of static and dynamic visualization of human physiology curriculum. The research was conducted in an environment of teaching at the high school and took the form of an experiment in which were involved in a total of 10 groups of students (making up experimental and supervisory groups) and 2 teachers. Experiment time interfered in the two academic semesters, with each semester include the experimental teaching interpretation of two thematic teaching units (always in the form of a static/dynamic visualization). The actual experiment was preceded construction and validation of several types of educational tests, which were determined by the effectiveness of tested teaching methods. Research has shown that, in comparison with the most partial dynamic visualization proved more effective than static visualization. Furthermore, role in the effectiveness of visualization was examined and

shows factors such as gender students, their knowledge of the input, and the type of test problems from the standpoint of acquiring knowledge. The research results complement a number of foreign studies in the area and provide further insight into the current issues of the use of static and dynamic images in a computer school. Dissertation highlights the importance of tertiary didactics and tries to contribute to the modernization and improvement of university teaching biological disciplines.

**Key words:** didactic picture, dynamic visualization, education of physiology, educational animation, experiment, multimedia, static visualization

**Zusammenfassung:** Diese Dissertationsarbeit beschäftigt sich mit der Problematik des Unterrichts der Physiologie an den Universitäten und löst Fragen der Konstruktion und der Wirkungskraft der Unterrichtsanimationen im Gegensatz zu statischen didaktischen Bildern. Das theoretische Teil beschäftigt sich mit der Problematik des didaktischen Bildes und mit der Visualisation aus dem pädagogischen Aspekt. Dabei konzentriert es sich auf die Computervisualisation des Lehrstoffes – und zwar statisch und dynamisch. Das Hauptziel dieser empirischen Forschung war der Unterschied der Wirkungskraft von statischen und dynamischen Visualisation des Lehrstoffes über Physiologie des Menschen. Die Forschung wurde im Unterricht an der Unversität realisiert und hatte die Form eines Experiments. Diese Forschung haben insgesamt 10 Gruppen von Studenten (bildung experimentelle und Kontrollgruppe) und 2 Lehrer bearbeitet. Der Versuch ist während 2 akademischen Semester verliefen. In jedem Semester hat sich der experimentelle Unterricht mit der Ausdeutung von zwei thematischen Lehrteilen beschäftigt (immer in Form statisch/dynamisch der Visualisierung). Vor dem eigentlichen Experiment wurde die Konstruktion gebildet, und einige Typen der didaktischen Tests wurden überprüft. Mit diesen Überprüfungen wurde die Wirkungskraft der Lehrmethoden festgestellt. Es wurde festgestellt, dass in meisten der Vergleichen die dynamische Visualisation mehr wirksam ist als die statische Visualisation. Außerdem wurde auch geforscht, welche Rolle für die Wirkungskraft der Visualisatin solche Faktoren spielen wie das Geschlecht der Studenten, ihre anfängliche Erkenntnisse, der Typ der Tests aus dem Aspekt des Niveau des Gewinn der Erkenntnisse. Ergebnisse dieser Forschung ergänzen eine ganze Reihe von ausländischen Studien in diesem Gebiet und bringen einen neuen Einblick auf die aktuelle Problematik bei der Ausnutzung der statischen und dynamischen Computerbilder in Schulen. Die Dissertationsarbeit betont die Bedeutung der tertiären Didaktik und versucht einen Beitrag zu der Modernisation und Verbesserung des Unterrichts der biologischen Fächer an den Universitäten zu leisten.

**Schlüsselwörter:** didaktisches Bild, dynamische Visualisation, Experiment, Multimedien, statische Visualisation, Unterricht der Physiologie des Menschen, Unterrichtsanimation

## Publikační a grantová činnost autora disertační práce

### Publikační činnost

#### Sborníky konferencí

**HLAVÁČEK, L.** Demontrace živočišných orgánů v propojení s výukovými PC animacemi jako názorná metoda výuky biologie. In *Sborník studentské vědecké a odborné činnosti PdF UP 2011*. Olomouc: Pedagogická fakulta UP, 2011. [umístění v sekci pedagogických: 1. místo]

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Výukové animace v biologii. In *Sborník konference Počítač ve škole 2011*. Nové Město na Moravě: Gymnázium Vincence Makovského, 2011.

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Simulace biologických dějů pomocí animací aneb co všechno dokáže PowerPoint. In *Sborník konference Alternativní metody výuky 2011*. Praha: Přírodovědecká fakulta UK, 2011.

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Dynamická vizualizace v moderní výuce fyziologie živočichů. In *Zoologické dny Brno 2011: sborník abstraktů z konference 17. - 18. února 2011*. Brno: Ústav biologie obratlovců AV ČR, 2011.

**HLAVÁČEK, L.** Dynamická vizualizace ve výuce fyziologie. In *Sborník XIII. ročníku mezinárodní studentské vědecké konference Aktuální problémy pedagogiky ve výzkumech doktorských studijních programů*. Olomouc: Pedagogická fakulta UP, 2010.

**HLAVÁČEK, L.** Moderní pojetí výuky biologie člověka na ukázce smyslové soustavy. In *Mladí vedci 2010: zborník vedeckých prác doktorandov, mladých vedeckých a pedagogických pracovníkov* [CD-ROM]. Nitra: Fakulta prírodných vied Univerzity Konštantína Filozofa v Nitre, 2010.

**HLAVÁČEK, L.** Jak poznáváme svět kolem nás ? Inovativní přístup k výuce biologie člověka. In *Sborník studentské vědecké a odborné činnosti PdF UP 2010*. Olomouc: Pedagogická fakulta, 2010. [umístění v sekci pedagogických: 3. místo]

**FELLNEROVÁ, I.; HLAVÁČEK, L.** Inovativní výukové metody při výkladu fyziologických procesů. In *Sborník konference Fyziologické dny 2010*. Praha: Univerzita Karlova, 2010.

**HLAVÁČEK, L.** Využití multimediálních výukových prezentací v přírodovědných předmětech. In *Sborník studentské vědecké a odborné činnosti PdF UP 2009*. Olomouc: Pedagogická fakulta, 2009. [umístění v sekci pedagogických: 3. místo]

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** Využití multimediálních prvků v diplomové práci zaměřené na didaktiku nervové soustavy. In *Sborník XI. ročníku mezinárodní konference Pedagogický software*. České Budějovice: Zemědělská fakulta JU, 2008.

**HLAVÁČEK, L.** CNS – Mícha: multimediální výukový program. In *Sborník studentské vědecké soutěže PŘF UP O cenu děkana 2008*. Olomouc: Přírodovědecká fakulta, 2008. [umístění v sekci didaktických: 2. místo]

#### Recenze

**HLAVÁČEK, L.** (rec.) BEZDĚKOVÁ, M.; KIKALOVÁ, K.; KOPECKÝ, M. *Somatologie 2 - organologie*. (Distanční opora realizovaná v rámci projektu ESF OPVK "Inovace a modernizace výchovy ke zdraví") Olomouc: PdF UP, Katedra antropologie a zdravotní vědy, 2012.

**HLAVÁČEK, L.** (rec.) DRYDEN, W. *Poradenství*. Praha: Portál, 2008. ISBN 80-7367-371-1. In ePedagogium [on-line], 2010, roč. 10, č. 4, s. 128-130. ISSN 1213-7499. (cit. 1.8.2012)  
Dostupné z www: <[http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium\\_2010/e-pedagogium\\_IV-2010.pdf](http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium_2010/e-pedagogium_IV-2010.pdf)>

**HLAVÁČEK, L.** (rec.) HANČOVÁ, H.; VLKOVÁ, M. *Biologie pro střední školy v kostce*. Praha: Fragment, 2008. ISBN 80-253-0606-2. In ePedagogium [on-line], 2010, roč. 10, č. 3, s. 164-167. ISSN 1213-7499. (cit. 1.8.2012)  
Dostupné z www: <[http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user\\_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium\\_2010/eped\\_III.pdf](http://www.pdf.upol.cz/fileadmin/user_upload/PdF/e-pedagogium/e-pedagogium_2010/eped_III.pdf)>

## Postery

**HLAVÁČEK, L., FELLNEROVÁ, I.** *Dynamická vizualizace v moderní výuce fyziologie živočichů*. Zoologické dny 2011. 17. a 18. února 2011. Brno.

FELLNEROVÁ, I., **HLAVÁČEK, L.**, STONOVÁ, D., KINCL, L. *Atraktivní biologie – efektivní cesta výuky formou multimediálních prezentací*. Pedagogický software. 4. a 5. června 2008. České Budějovice.

## Oponentury závěrečných prací

VALEČKOVÁ, B. *Vliv ročního tréninkového cyklu na vývoj vybraných antropometrických charakteristik u žáků 6. tříd se zaměřením na atletiku*. (Diplomová práce) Olomouc: PřF UP, Katedra zoologie a antropologie, 2011.

## Odborné publikace

KOŘÍNEK, M., BIČÍKOVÁ, L., BIČ, V., **HLAVÁČEK, L.**, FRANCOVÁ, S. *Podivuhodný svět zvířat II*. Olomouc: Rubico, 2012. ISBN: 978-80-7346-148-5.

KOŘÍNEK, M., BIČÍKOVÁ, L., BIČ, V., FRANCOVÁ, S., **HLAVÁČEK, L.** *Podivuhodný svět zvířat*. Olomouc: Rubico, 2011. ISBN 978-80-7346-132-4.

FELLNEROVÁ, I., **HLAVÁČEK, L.**, KINCL, L. *Obecná biologie a genetika – multimediální výukové prezentace*. [CD-ROM] Olomouc: Vydavatelství UP, 2008. ISBN 978-80-244-1959-6.

## Grantová činnost

**„Kreativní přístup ve výuce fyziologie - integrované (motivační) vzdělávací moduly“**

trvání: 2011 – 2014

typ grantu: projekt ESF

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie a antropologie

pozice: řešitel projektu

**„Hodnocení informovanosti studentů gymnázií v problematice zhoubných onemocnění tlustého střeva a tvorba multimediálních výukových materiálů“**

trvání: 2012 – 2013

typ grantu: interní grant PdF UP

místo: Pedagogická fakulta UP v Olomouci, Katedra antropologie a zdravotní vědy

pozice: autor a řešitel projektu

***„Od fyziologie k medicíně – integrace vědy, výzkumu, odborného vzdělávání a praxe“***

trvání: 2009 – 2012

typ grantu: projekt ESF

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie

pozice: účast na řešení projektu

***„Nové trendy v zoologické systematice a biologii člověka“***

trvání: 2011 – 2012

typ grantu: interní grant PdF UP

místo: Pedagogická fakulta UP v Olomouci, Katedra biologie

pozice: řešitel projektu

***„Nové přístupy v biologii a biologickém vzdělávání“***

trvání: 2010 – 2011

typ grantu: interní grant PdF UP

místo: Pedagogická fakulta UP v Olomouci, Katedra biologie

pozice: hlavní řešitel projektu

***„Invazní ekologie“***

trvání: 2010

typ grantu: projekt FRVŠ

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie a antropologie

pozice: účast na řešení projektu

***„Srdce srdcí“***

trvání: 2008 – 2009

typ grantu: nezávislý populárně vzdělávací projekt

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Gymnázium Olomouc - Čajkovského, Gymnázium Olomouc - Hejčín, Slovanské gymnázium Olomouc, Střední zdravotnická škola E. Pöttinga Olomouc, základní školy Olomouckého kraje

pozice: řešitel projektu

www stránky: <http://www.srdcesrdci.upol.cz/>

***„Aktivní začlenění SŠ pedagogů do tvorby a využití multimediálních výukových programů ve výuce biologie“***

trvání: 2006 – 2008

typ grantu: projekt ESF

místo: Přírodovědecká fakulta UP v Olomouci, Katedra zoologie a antropologie

pozice: řešitel projektu

www stránky: <http://atraktivnibiologie.upol.cz/>



# PŘÍLOHY

