

Univerzita Karlova  
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Učitelství biologie a geografie pro SŠ



Bc. Jakub Moudrý

**Hodnotí žáci 2. stupně základních škol a nižšího stupně gymnázií jako  
atraktivnější reálné zoologické preparáty nebo jejich modely?**

Do the pupils of lower secondary education as more attractive real mounted zoological  
specimens or their models?

Diplomová práce

Školitel: RNDr. Jan Mourek, Ph.D.

Praha, 2019

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracoval samostatně a že jsem uvedl všechny použité informační zdroje a literaturu. Tato práce ani její podstatná část nebyla předložena k získání jiného nebo stejného akademického titulu.

V Praze, 30. prosince 2019

---

*Bc. Jakub Moudrý*

**Poděkování:**

Nejprve bych rád poděkoval svému školiteli, RNDr. Janu Mourkovi, PhD., za trpělivost a ochotu vždy pomoci a poradit během tvorby této práce. Dále patří velké poděkování mé partnerce, Anně Martínkové, za podporu během závěru studia a zároveň za pomoc s jazykovou korekturou textu. Samozřejmě také mé rodině, která ve mě věřila po celou dobu mého působení na fakultě. V neposlední řadě také Mgr. Haně Kuchové-Breburdové a Mgr. Kláře Frimlové za ochotu zapojit své třídy do výzkumu.

## **Abstrakt:**

Tato práce má za cíl, za pomoci dotazníkového šetření a preferenčního testu, zjistit preference žáků 2. stupně základních škol a nižšího stupně gymnázií pro různé typy výukových pomůcek pro přírodopis. Preferenční test byl proveden na reálných zoologických preparátech (kapalinové válce, případně preparáty zalité do pryskyřice) a na odpovídajících 3D výukových modelech, zhotovených z plastu, případně z dalších modelovacích hmot. Výzkum navazuje na diplomovou práci zkoumající stejné preference u studentů vyššího stupně gymnázií (Šibravová, 2016). Hlavním cílem je tedy rozšířit tuto problematiku i na mladší žáky a vzájemně porovnat výsledky obou věkových skupin. Snažil jsem se zjistit, zda a jak se mění preference v průběhu věku žáků a je-li tedy potřeba i přizpůsobovat výběr učebních pomůcek pro danou věkovou skupinu žáků.

Nejprve proběhl pilotní výzkum na jedné třídě nižšího stupně gymnázia. Poté jsem oslovil šesté a sedmé třídy na základní škole či odpovídající třídy nižšího stupně gymnázia v Praze. Celkový počet respondentů byl téměř 200 žáků. Dále následovalo statistické zpracování a vyhodnocování dat.

Výsledky ukázaly, že u žáků základních škol a nižšího stupně gymnázia jsou lépe hodnoceny 3D výukové modely než odpovídající reálné zoologické preparáty. Tedy přesně naopak, než je tomu u studentů vyššího stupně gymnázia. Tento výsledek se potvrdil i v případě rozdělení modelů a preparátů na anatomické a celkové. Vliv pohlaví na preference pomůcek nebyl prokázán. Pouze u dívek se průkazně potvrdila korelace mezi jejich preferencemi a jejich citlivostí na potencionálně fobické podněty a zájmem o živočišné objekty. Celkově se ukázalo, že žáci základních škol jsou citlivější k potencionálně fobickým podnětům a mají menší zájem o objekty živočišného původu.

## **Klíčová slova:**

didaktika biologie; základní škola; nižší stupeň gymnázia; zoologie; atraktivita; preparát; výuková pomůcka; model

**Abstract:**

The aim of this thesis is to find out, with the help of a questionnaire survey and a preferential test, the preferences of pupils of lower secondary education for various types of teaching aids in biology. The preferential test was carried out on real zoological preparations (liquid cylinders, eventually embedded in resin) and on corresponding 3D educational models made of plastic or other modeling materials. The research is a follow-up to a diploma thesis examining the same preferences in upper secondary school students (Šibravová, 2016). The main objective is to extend this issue to younger pupils and to compare the results of both age groups. The goal is to find out whether and how the preferences change with the age of pupils and if it is necessary to adjust the choice of teaching aids in accordance to pupils' age.

The first pilot research was carried out on one class of a grammar school. Then other classes of lower secondary education in Prague were tested. The total number of respondents was almost 200 pupils. This was followed by statistical processing and data evaluation.

The results showed that 3D teaching models are better rated for lower secondary education than the corresponding real zoological preparations. This is the exact opposite to the results of upper secondary school students. This result was also confirmed in the case of the division of models and preparations into anatomical and overall. The effect of gender on preferences has not been demonstrated; only in the case of girls the correlation between preferences and sensitivity to potentially phobic stimuli and interest in objects of animal origin was conclusively confirmed. Overall, the research showed that primary school pupils are more sensitive to potentially phobic stimuli and have less interest in objects of animal origin.

**Key words:**

didactics of biology; lower secondary education; zoology; attractiveness; teaching aid; preparation; model

## Obsah:

1. Úvod .....	8
2. Literární rešerše .....	10
2.1. Výukové pomůcky a jejich využití .....	10
2.2. Muzejní exponáty v učebním procesu .....	11
2.3. Virtuální realita jako nový prostředek výuky .....	14
2.4. 3D tisk jako jedna z možností tvorby nových pomůcek .....	18
3. Metodika .....	20
3.1. Zvolené metody a průběh výzkumu .....	20
3.2. Dotazníkové šetření .....	23
3.3. Preferenční test .....	24
3.4. Statistická analýza dat .....	26
4. Výsledky .....	31
4.1. Preferují žáci druhého stupně základních škol a nižšího stupně gymnázia 3D modely nebo reálné zoologické preparáty? .....	31
4.2. Jsou atraktivnější preparáty a modely anatomické nebo preparáty a modely celých živočichů? .....	33
4.3. Liší se preference žáků na základní škole a nižším stupni gymnázia od preferencí žáků vyššího stupně gymnázií? .....	34
4.4. Liší se preference mezi pohlavími? .....	36
4.5. Souvisí preference žáků s jejich citlivostí na potencionálně fobické podněty? .....	41
4.5.1. Liší se výsledky žáků základní školy/nižšího stupně gymnázia od žáků vyššího stupně gymnázia? .....	45
4.6. Souvisí preference žáků s jejich zájmem o živočišné objekty? .....	49
4.6.1. Liší se výsledky žáků základní školy/nižšího gymnázia od studentů vyššího gymnázia? .....	53
5. Diskuze .....	58
6. Závěr .....	61
7. Zdroje .....	62
8. Přílohy .....	68
8.1. Dotazník pro žáky ZŠ/NG .....	68
8.2. Dotazník pro žáky VG .....	72
8.3. Záznamový arch preferenčního testu .....	76
8.4. Položky preferenčního testu .....	77
8.5. Rozložení objektů během preferenčního testu .....	82
8.6. Průběh testování- preferenční test .....	83
8.7. Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení jednotlivých položek v preferenčním testu .....	84
8.8. Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení preparátů a modelů v preferenčním testu dle pohlaví při rozdělení na anatomické a celé .....	85
8.9. Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení jednotlivých preparátů v preferenčním testu dle pohlaví .....	86
8.10. Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení jednotlivých modelů v preferenčním testu dle pohlaví .....	87

**Seznam zkratk:**

PřF UK – Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

PedF UK – Pedagogická fakulta Univerzity Karlovy

KBES - Katedra biologie a environmentálních studií

KUDBi – Katedra učitelství a didaktiky biologie

ZŠ – základní škola

NG – nižší gymnázium (prima- kvarta)

VG – vyšší gymnázium (kvinta- oktáva/1.- 4. ročník)

AG – akademické gymnázium

VR – virtuální realita

## 1. Úvod

Při výběru tématu diplomové práce, jsem se rozhodoval podle toho, zda je možné výsledky práce následně využít v pedagogické praxi. Zároveň jsem se rozhodl zkontaktovat RNDr. Jana Mourka Ph.D., jelikož ve své bakalářské práci jsem se zabýval entomologií a vím, že pan doktor má, stejně jako já, blízko k bezobratlým živočichům. Nakonec mi tedy nabídl práci na trochu jiné téma, které mě však také zaujalo. Během praxe jsem sám několikrát využil reálné biologické preparáty ve válkách, které měla škola zrovna k dispozici. Dalším faktorem je můj osobní koníček, sbírání různých modelů živočichů, které bych následně rád využil při výuce, což se mi už i párkrát povedlo zrealizovat. V neposlední řadě je toto téma zajímavé i tím, že navazuje na již uskutečněný výzkum na vyšším stupni gymnázia (Šibravová, 2016) a pomůže tak rozšířit zjištěná data o další soubor a vznikne tak, jak doufám, ucelenější studie.

Práce tedy primárně poslouží jako rozšíření dříve realizovaného výzkumu i na mladších žácích, kde by se mělo ukázat, zda s věkem dochází k proměnám v jejich preferencích pro učební pomůcky. Toto zjištění je přinejmenším významné pro učitele na víceletých gymnáziích, kde vyučují mladší žáky spadající do věku základní školy, o kterých bude tato práce a zároveň i žáky starší, kteří se již stali předmětem zájmu dřívější práce (Šibravová, 2016). Otázkou zůstává, zda je potřeba upravovat využití jednotlivých přírodovědných pomůcek u různých ročníků, nebo je trend na obou stupních obdobný.

V literární rešerši jsou shrnuty vybrané možnosti, které mohou zpestřit proces vzdělávání. Samotné výukové pomůcky a jejich rozdělení, funkce apod. byly podrobně představeny v předchozích pracích Sailerové (2014) a Šibravové (2016). Z toho důvodu jsem se po konzultaci se svým školitelem tedy zaměřil především na jiné alternativy. Nejprve jsou představeny muzejní exponáty jako možnost, jak doplnit výuku, a zároveň je představena jejich edukativní hodnota během exkurzí. Poté jsem se zaměřil na moderní technologie ve vzdělávání, konkrétněji na virtuální realitu a 3D tisk. Vhodné využití obou těchto technologií vede k zatraktivnění výuky a zároveň jsou ideální možnostmi, jak se přiblížit modernímu digitálnímu věku ve školním prostředí.



Velkou část práce tvoří samotný výzkum. Pro účely této práce byly stanoveny následující výzkumné otázky:

1. Preferují žáci druhého stupně základních škol a nižšího stupně gymnázia 3D modely nebo reálné zoologické preparáty?
2. Jsou atraktivnější preparáty a modely anatomické nebo preparáty a modely celých živočichů?
3. Liší se preference žáků na základní škole a nižším stupni gymnázia od preferencí žáků vyššího stupně gymnázia?
4. Liší se preference mezi pohlavími?
5. Souvisí preference žáků s jejich citlivostí na potencionálně fobické podněty?
6. Souvisí preference žáků s jejich zájmem o živočišné objekty?

## **2. Literární rešerše**

V této kapitole krátce představím a shrnu problematiku výukových pomůcek, a to hlavně s důrazem na pomůcky přírodopisné a jejich praktické využití ve vyučovacím procesu. Mimo jiné představím pomůcky, či spíše exponáty, využívané v muzejních expozicích se zaměřením na jejich názornost, a to v kontrastu s využíváním názornosti pomůcek během výuky. Dále se zaměřím na virtuální realitu, jakožto moderní informační prostředek. Krátce také sumarizuji možnosti tvorby nových pomůcek za využití 3D tisku, který lze využít nejen k rozšíření sbírek, ale zároveň jako zpestření samotné výuky.

### **2.1. Výukové pomůcky a jejich využití**

V moderní koncepci výuky nejen přírodovědných předmětů, ve kterých je aktuálním trendem neustálé snižování podílu monologického výkladu ze strany učitele, stále patří zapojení výukových pomůcek jako nezastupitelného faktoru v aktivním přístupu k vyučování. Již z podstaty moderních principů, kdy je kladen důraz na samostatné objevování a zkoumání, se jeví využívání názorných výukových pomůcek jako jeden z mnoha stylů podporující badatelsky orientovanou výuku, či alespoň některé její principy (Dostál, 2013). Žáci jsou kupříkladu samostatně nuceni na základě modelu přijít na řešení a pochopit danou problematiku, aniž by výrazněji zasahoval učitel. Zároveň jsou nuceni používat jako zdroj informací i jiný lidský smysl, zpravidla zrak a hmat, oproti klasickému sluchu, což vede také k lepšímu zapamatování probírané látky. Nehledě na to, že pokud si žák danou problematiku osvojí sám na základě svého vlastního poznání, vede to až k 90% zapamatování (viz Daleho kužel). (Davis, 2015)

Samozřejmě, pomůcky by neměly být jediným prostředkem ke zpestření výuky, ale je třeba pracovat i s jinými materiály. Před použitím vybrané pomůcky je zároveň nutné vždy zvážit, jaký je výukový cíl hodiny, nakolik jsou žáci schopni s danou pomůckou samostatně pracovat, vzhledem k jejich věku a úrovni dosavadních vědomostí a zkušeností. Bezpochyby je také nutno vzít v potaz, jaké přesně výukové pomůcky máme k dispozici, a jsou-li případně možné i jiné alternativy. (Skalková, 2007)

Výukové pomůcky lze rozdělit do několika kategorií. V této práci se především zaměřuji na modely anatomické (znázorňující vybraný orgán, či celou soustavu apod.), či klasické modely (ukazující celého živočicha) a dále pak na reálné zoologické preparáty v kapalinových válcích či zalité v pryskyřici. Podrobněji je tato problematika popsána v pracích Šibravové (2016) a Sailerové (2014). Zaměřím se tedy spíše na další alternativy, které lze využít ve výuce.

## **2.2. Muzejní exponáty v učebním procesu**

Nedílnou součástí výuky je nepřeberné množství různých didaktických pomůcek. Díky tomuto množství se tedy každý z nás, kdo projde školní docházkou, zpravidla setká s nějakým druhem výukových nástrojů. Tak i naprostá většina populace přijde někdy během svého života do styku s muzejními exponáty. Podobně jako jsou ve školním prostředí důležité výukové pomůcky pro snazší představitivost, tak v muzeu pomáhají exponáty podporovat edukativní efekt expozice pro návštěvníky. Samotný exponát může mít opět mnoho podob (reálný objekt, reprodukce, text, fotografie apod.) (NPC, 2001). Pro účely této práce je však zásadní srovnání reálných muzejních exponátů s ostatními druhy. Nehledě na to, že poměrně často jsou muzejní exponáty identické jako výukové pomůcky, zejména v případě kapalinových válců. Jedná se o stejné objekty, ale liší se jejich účel. Ne nadarmo jsou často od sebe školní sbírky a muzejní archivy téměř nerozlišitelné. Stejně jako způsoby předávání informací v muzeích a ve školách mohou být velmi podobné a vedou k podobnému výsledku (Webel, 2016; Griffin, 2004).

Schwan et al. (2016) ve své práci porovnávají muzejní exponáty, které jsou tvořeny reálnými předměty, s fotografiemi daných objektů. Na základě výzkumů provedených na půdě Německého muzea v Mnichově na několika desítkách respondentů autoři zjistili, že exponáty tvořené reálnými předměty, získaly mnohem více pozornosti (na základě eye-tracking kamery) a zůstaly mnohem výrazněji zafixovány v paměti (byl poskytnut mnohem detailnější následný popis), než u pouhých fotografií. V obou případech se jednalo o více než 50% zlepšení výsledných hodnot. Je tedy dokázáno, že reálné objekty působí mnohem autentičtěji, což může vést k získání větší pozornosti posluchačů/žáků během výuky.

Obdobná problematika je také rozebrána v práci Sailerové (2014), kde autorka zkoumala rozdíl mezi reálnými preparáty a fotografiemi živých jedinců. Na studentech gymnázia vyzkoušela preferenční test několika objektů, zastoupených jak na fotografiích, tak reálným exemplářem v kapalinovém válci. Z výzkumu vyplynulo, že v celkovém průměru, v kontrastu s předchozí studií, se neliší atraktivita fotografií a preparátů. V tomto výzkumu hrálo spíše roli, o jaký konkrétní druh organismu se jedná než o způsob jeho prezentace. Nejhorší výsledky byly převážně u organismů, které mohou u studentů způsobovat strach či odpor (například parazité, členovci) než u zbytku testovaných objektů.

Podobné srovnání jako v případě reálného objektu a fotografie nabízí i rozdílný vliv 2D a 3D objektů na kognitivní procesy u pozorovatelů. V současné době je nepopiratelným trendem zobrazování předmětů ve 3D, respektive ve virtuální realitě, což opět nabízí velký potenciál jak pro muzejní, tak školní účely (více kapitola 1.3). Ale nejen pro ně. Stejně jako v muzeologické práci Schwanna a kol. (2016) vychází lépe reálné, tedy 3D objekty. Analogické výsledky můžeme najít i ve zcela jiných odvětvích výzkumu. Například Ozok a Komlodi (2009) zkoumali marketingové rozdíly v internetových obchodech, kde se jasně ukázalo, že produkty, které jsou prezentovány ve 3D zobrazení, jsou hodnoceny mnohem lépe. Pro uživatele nesou mnohem více přesných informací a jsou i uživatelsky zajímavější, zábavnější. K podobnému závěru dospěl i Lee a kol. (2012). Ukazuje se tedy, že i v oblasti reklamy jsou 3D objekty pro uživatele lákavější. Je však zajímavé, že 2D i 3D objekty si člověk uchová v podobné míře jak v krátkodobé, tak dlouhodobé paměti, ač se může na první dojem jevit 3D zobrazení jako více nosné (Muhammad a kol., 2016). Podobně překvapující je i zjištění, že 3D objekty nepodporují prostorovou orientaci, respektive paměť v daném prostředí (webová stránka, nástěnka, učebnice atd.), naopak v některých směrech se ukázaly 2D objekty účinnější (Cockburn, McKenzie, 2004). Ve výsledku tedy zjišťujeme, že, ač se zdá býti fenomén 3D průlomovým a nabízí nové možnosti, neměl by být zcela majoritním způsobem znázornění daného objektu. Zejména v učebním procesu, kdy je potřeba nejen získat atraktivitu, ale i zapojit a procvičit paměť, je třeba uvažovat o dalších možnostech.

Zajímavou studií je i práce Hamppa a Schwana (2015), kteří se zaměřili na vědecká muzea a populární science centra (příkladem u nás může být IQlandia/IQpark v Liberci-<https://iqlandia.cz>). V těchto institucích jsou poměrně často vystavovány reálné objekty nebo možná spíše historické relikvie, které přímo napomohly danému objevu či byly jeho významnou součástí. Tyto předměty jsou však často vystaveny pouze ve vitrínách a návštěvník tedy nemá možnost zjistit, jak dané věci fungují ve skutečnosti. Z výzkumu vyplynulo, že je tedy vhodné tyto relikvie doplnit o jejich reprodukce, na kterých je už možné si přímo vyzkoušet daný jev a objevit jejich funkci. Návštěvník pak na základě toho získá ucelenější soubor informací, nejen díky historické autentičnosti, ale i na základě vlastní zkušenosti. Podobná problematika se nabízí též ve školním prostředí, kde v případě studentů gymnaziálního studia také vychází jako atraktivnější reálné preparáty, ale stále hraje důležitou roli možnost mít ve výuce modely, které umožní podrobnější poznání například detailních struktur a celkové anatomie objektů (Šibravová, 2016).

V poslední části této kapitoly se zaměřím na samotný edukativní vliv muzeí. Muzea tvoří obvyklý cíl různých školních exkurzí a dalších doplňkových i mimoškolních aktivit (Falk, Dierking, 2018). Samotná exkurze může mít mnoho podob, ať už podle zaměření (botanické, entomologické, komplexní apod.), či podle způsobu provedení (motivační, zprostředkovatelské, prohlubovací apod.) anebo dle prostředí, kde se daná exkurze odehrává (výstava, průmyslová výroba, přírodní prostředí aj.) (Králiček, 2008). Zaměříme se v této chvíli na exkurze do muzejních expozic. Shrnutí dopadu školní exkurze v muzeích na žáky, poskytuje Janette Griffin (2004). V její práci se na základě porovnání výsledků školní skupiny s běžnou rodinnou návštěvou ukazuje, že je obvyklou praxí školní skupinu pouze provést s odborným výkladem průvodce/učitele a nenechávat žákům prostor pro osobní zkoumání, což celkově vede ke kontraproduktivním výsledkům, oproti druhé variantě, kdy je v rodinném prostředí dětem umožněno mnohem více volnosti k vlastnímu poznání expozice. Mělo by být tedy spíše cílem školní exkurze nabídnout určitou nezávislost žákům při objevování, případně je i nechat přímo ovlivnit strukturu programu. To je pak ve výsledku pro žáky zábavnější a zároveň také mnohem účelnější jako zdroj informací. Toto tvrzení podporuje i výsledek studie Tala a Morag (2007), kde se ukazuje, že pouhá návštěva muzea s výkladem nepodporuje učební proces v moderním pojetí, neboť zde stále převládá monologický, často odborný výklad, bez hlubšího pochopení a zapojení

posluchačů. Samotní žáci jsou přitom schopni získat pestrou škálu vědomostí, propojit si je a podpořit si i mnohé jemné dovednosti (soft-skills), pokud je jim nechána dostatečná volnost, možnost se zapojit a pracovat ve skupině (Stavrova, Urhahne, 2010; Bamberger, Tal, 2008; Kisiel, 2003).

Tento individuální učební proces přitom mohou podpořit i pouhé pracovní listy, které bývají v současné době již běžnou součástí nabídek školních programů v muzeích a dalších institucích. Pracovní list pomůže vytvořit jakousi osnovu pro žáky a měl by jim pomoci se v informacích zorientovat. Neměl by však být nástrojem přísné kontroly, kdy je student trestán, když nezodpoví všechny body. Vede to pak k pouhému opisování textů, bez hlubšího zkoumání. Cílem by tedy mělo být vytvořit spíše stručné uzavřené otázky, vedoucí ke shrnutí získaných poznatků. (Krombass, Harms, 2008) V současné době také nelze opomenout možnosti mobilních či online aplikací, případně virtuální realitu (více kapitola 1.3), které mohou posloužit jako náhrada tištěných pracovních listů. Ve studiích se dokonce ukazuje, že tyto moderní technologie pomáhají zafixovat podobné množství získaných informací po delší dobu v paměti než jejich papírová forma (Sung a kol., 2010).

### **2.3. Virtuální realita jako nový prostředek výuky**

*„Praha je Silicon Valley pro virtuální realitu. Nechápu, proč se o tom víc nemluví, je to ohromný úspěch... A naše budoucnost.“* říká Jaroslav Beck, autor současné asi nejúspěšnější virtuální hry (Krstanov, 2019).

Pojem virtuální či rozšířená realita (digitální simulace vybraného prostředí či objektů, se kterými může uživatel interagovat) se stává poslední dobou běžnou součástí života, a to zejména pro mladou generaci, respektive populaci ve školním věku. Děti v dnešní době technického pokroku přicházejí do styku s virtuálním světem již ve velmi útlém věku. Dle zprávy Evropské komise (Chaudron a kol., 2018) první kontakt s virtuální realitou proběhne ve věku 1-2 let, a to díky přístrojům rodičů. Již v předškolním věku (cca 5 let) děti vlastní a používají nějaké digitální médium, zpravidla smartphone či tablet. Existují kromě jiného i hry učící základní tvary, barvy, jemnou motoriku či základní slova v rozšířené realitě, určené pro mladé uživatele (Oh a kol., 2016). Je tedy očividné, že vliv virtuální reality je značný a dá se předpokládat, že se bude i nadále prohlubovat.

Samotná virtuální realita (dále jen VR) nabízí nejen potenciál pro hraní a zábavu. V dnešní době se využívá i jako léčebný prostředek nejen při rekonvalescenci, ale i jako prevence poruch příjmu potravy, u posttraumatických komplikací apod. (Dascal a kol., 2017). Konkrétně například u mladistvých při léčbě bolesti z popálenin pomáhá VR redukovat bolest bez užití medikamentů, a to díky schopnosti rozptýlit pacienty (Kipping a kol., 2012). VR slouží také u starší populace jako prevence proti degenerativním chorobám mozku, jako je třeba Alzheimerova choroba. Ukazuje se totiž, že v počátcích této choroby je narušena prospektivní paměť (připomenutí určité činnosti v budoucnosti), která se dá otestovat za pomoci virtuální procházky po městě (Desgranges a kol., 2019).

V českém školním prostředí se VR zatím příliš neprosazuje. Spíše panují neustálé snahy o omezení využívání telefonů, či tabletů během výuky. Je však otázkou na jak dlouho. Již v současné době můžeme nalézt v učebnicích odkazy na 3D modely různých objektů. Příkladem může být 2. vydání učebnice Přírodopis 8, od společnosti Fraus, která nabízí odkaz na mobilní aplikaci zobrazující určité orgány z lidské anatomie ve 3D, respektive ve VR smartphonů žáků (více informací na [www.fraus.cz/3D](http://www.fraus.cz/3D)). Podobné odkazy v textu se nacházejí i v dalších učebnicích od této společnosti a je, podle mého názoru, jen otázkou času, kdy se 3D modely lidských orgánů, 3D animace pohybu a jiné stanou běžnou součástí výuky a trendem. Nabízí se však otázka, nakolik je tento způsob předávání informací atraktivní a hlavně nosný pro vzdělávání. Ale na základě výzkumu Schwanna a Papenmeiera (2017) se ukazuje, že přinejmenším tyto 3D animace podporují učení i kvůli možnosti měnit úhel pohledu a zaměřit se tak na jiné detaily.

Oproti českému školství je v odborné literatuře virtuální realita (VR) již poměrně dlouho diskutovaným tématem a autoři považují virtuální realitu za slibný způsob, jak se přiblížit modernímu způsobu života a přitáhnout pozornost a soustředění zpět do školních lavic (Shim a kol., 2003). VR nabízí nepřeberné možnosti využití během vyučování. Od jednoduchých informačních webových stránek, které umožňují získávat aktuální informace, na rozdíl od učebních textů, po virtuální simulace (například zobrazující život v buňce) či laboratorní pokusy, umožňující kupříkladu pitvu žáby bez potřebného laboratorního vybavení a biologického materiálu. Nezastupitelnou a nespornou výhodou virtuálního světa je ale i snadná komunikace skrze emailové schránky, sociální sítě apod. Jako další velmi častý způsob využití VR je pak uváděna možnost virtuálních exkurzí, na které se zaměříme níže (Peat, Fernandez, 2000).

V práci výzkumného týmu ze Slovinska (Puhek, Perše a Šorgo, 2012) se ve výzkumu na několika desítkách žáků 2. stupně základní školy ukázalo, že na základě virtuální exkurze žáci získali stejný objem informací jako z odpovídající exkurze přímo v terénu. Jejich znalosti se však lišily zejména v úlohách, které vyžadovaly pozorování reálných objektů (jako počítání letokruhů, poznávání dřevin na základě jejich listů atd.), kde se výuka v přírodě ukázala jako efektivnější. Oproti tomu na základě virtuální reality dokázali žáci řešit mnohem komplexnější úlohy, jako otázky řešící biodiverzitu aj. Ideálně se tedy jeví kombinace obou přístupů, kdy virtuální exkurze slouží spíše jako opakování po akci v terénu. Tento závěr potvrzuje i práce Spicera a Stratforda (2001), která představuje názory studentů gymnázií, kde se jasně ukazuje preference VR jako způsobu shrnutí a opakování proběhlé akce.

V práci Onura Çaliskana (2011) je pak zdůrazněna výhoda virtuálních realit jakožto často levnějšího a fyzicky méně náročného způsobu jak dostat žáky na exkurzi. Zároveň ale autor pokládá otázku, nakolik je toto virtuální prostředí schopno nahradit reálný terén a práci v něm, zejména pak pro žáky, kteří směřují k odborné činnosti (geolog, archeolog apod.). Toto potvrzuje i práce Stumpf a kol. (2008), kde se na příkladu pouštní geomorfologie ukazuje, jak je pro studenty důležitým faktorem i to, že je jim předána informace od někoho zkušenějšího, který je dokáže pro danou problematiku více nadchnout.

Nutno ještě zmínit vztah virtuální reality a pohlaví žáků. Na základě výzkumu se ukazuje, že v případě zpracování informací předkládaných ve virtuální formě hraje též roli předchozí zkušenost s virtuálním světem. V tomto směru mají často výhodu chlapci, kteří tráví více času nejen s mobilními hrami a VR je tedy pro ně mnohem uživatelsky přívětivější a odnesou si z ní více než průměrné dívky (Lin a kol. 2011).

Konkrétní příklad využití virtuální reality ve školním prostředí pak poskytuje práce od Hirche a Lloyda (2005). Autoři porovnávali výuku tématu jihozápadní Asie (oblast řeky Mekong) jednak způsobem terénního vyučování, jednak virtuální simulací daného prostředí na základě RPG (role playing game- hraní určitých rolí). Oba způsoby se jeví jako podobně účinné. Díky nim si studenti osvojili mnohé faktografické i sociální dovednosti, jelikož získali praktické zkušenosti. Hlavní výhodou VR v tomto průzkumu bylo i zapojení většího počtu studentů.



Dalším příkladem je virtuální laboratoř znázorňující část území na Floridě, sloužící jako pomůcka ke znázornění vlastností půdy a terénu. Studentům tento 3D model slouží k pochopení základních geografických aspektů daného území, ať už v oblasti pedologie, hydrologie či obecně ekologických aspektů. Vše bylo vytvořeno na základě modelování a programování v JavaScript apod. To může také sloužit jako motivace pro více technicky založené studenty, kteří se neradi ušpiní v terénu. (Ramasundaram a kol., 2005) Podobné virtuální prostředí je vytvořeno i pro území Lake Distrikt ve Velké Británii, sloužící jako virtuální geologická exkurze (Minocha, 2013).

Jako nejznámější příklad virtuálního zdroje informací lze uvést aplikaci Google Earth. Tato webová aplikace může sloužit jako zdroj informací nejen pro hodiny geografie. Základní výhodou jejího využívání je schopnost naučit žáky myslet ve 3D geografickém prostoru, ne jen v mapách atlasu. Umožňuje mnohem aktivnější zapojení žáků do učebního procesu (Patterson, 2007; Bodzin a kol., 2014). Jako konkrétní návrh uvedu příklad využití Google Earth při rozeznávání sopečné činnosti. Na základě zobrazených dat mohou studenti určit, na jaký typ sopky se dívají, zda je stále aktivní či hrozí v nejbližší době erupce. Podrobněji je tento příklad zpracován ve studii Schipperera a Mattoxe (2010), kde jsou rozvržené vyučovací hodiny.

Posledním příkladem, který uvedu, jsou pak virtuální prohlídky míst za pomoci Google Streetview. Troufám si tvrdit, že velká část populace někdy využila Streetview jako způsob prohlídky exotických míst z pohodlí svého domova. Ale tato aplikace má také využití ve školním prostředí. Zajímavou možností je na základě virtuální procházky po ulici získat informace o socioekonomických attributech daného místa, jako jsou příjmy, rasa, vzdělání a volební preference. A to vše jen na základě pozorování zaparkovaných aut. Ukazuje se totiž, v případě Spojených států, že, když převažuje na ulici více sedanů než pickupů, bude daná oblast spíše volit demokraty a naopak. Toto zjištění může ušetřit finanční prostředky v předvolebních průzkumech a zároveň slouží jako didaktická pomůcka v demografii (Gebru a kol., 2017). Podobně poslouží i online hra spjatá se Streetview, a to GeoGuessr. Zde má hráč za úkol lokalizovat, kde se zobrazené místo nachází. Musí tedy zapojit své geografické a pozorovací schopnosti pro správnou odpověď (Girgin, 2017).

## 2.4. 3D tisk jako jedna z možností tvorby nových pomůcek

Podobně jako virtuální realita, tak i 3D tisk se v poslední době stává velice často využívaným nejen v komerčním prostředí, ale postupně se stává dostupnějším i pro běžné obyvatelstvo, potažmo pro využití ve školství. Opět se jedná o moderní technologii, která má potenciál zaujmout širší spektrum žáků a zároveň propojit technické a humanitní obory (Canessa a kol., 2013).

3D tisk ve zkratce spočívá v technologii postupného nanášení vrstev vybraného materiálu (ve většině případů plastové hmoty) a nabízí velice široké spektrum využití od tvorby složitých struktur ve stavebnictví po detailní tvorbu rozličných součástek apod. Jako zajímavá možnost se ukazuje i využití v potravinářství, kdy je možné nanášet vrstvy cukrů, proteinů apod. a vytisknout si tedy tak své jídlo, dokonce v požadovaném tvaru (Lin 2015).

Pro využití ve školství se nabízí hned několik možností. Podrobněji shrnuto v práci Forda a Minshalla (2019). Jako první uvedu příklad modelování různých anatomických struktur. Tento způsob se samozřejmě využívá i ve zdravotnictví, kde je možnost si nechat takto vytisknout 3D model svého orgánu v rámci předoperačního vyšetření, což má pomoci k hlubšímu porozumění diagnózy. Kupříkladu v případě pacientů s rakovinou ledviny tento způsob obeznámení se s rozsahem onemocnění vedl k výrazně většímu pochopení stavby ledviny, nádoru, potažmo tak k průběhu samotné operace a léčby (Bernhard a kol., 2016). Pro účely této práce je však významnější pak spíše využívání této metody v rámci vzdělávání na lékařských fakultách.

Například ve studii AbouHashem a kol. (2015) je představeno využití tisku kopií lidských kostí jakožto vhodné náhrady za biologický materiál ve výuce. Kost se jeví jako nejlepší volbou k tisku už jen díky své přirozené biologické stavbě, která se dá poměrně snadno replikovat. Takto vytištěné kosti jsou pak nejen velice věrné svému originálu, tedy mají přínos pro vzdělávání, ale jsou i mnohem dostupnější, a to nejen cenově, ale i eticky apod. Tímto způsobem se však dají tisknout nejen kosti, úspěšné pokusy byly provedeny i na modelech různých pitevních řezů hlavy (Adams a kol., 2015). Zároveň se ukazuje, že, pokud jsou ve výuce využívány tyto 3D modely, místo běžného biologického materiálu, mají studenti větší úspěšnost v následných testech vědomostí. Modely jsou tedy nejen dostupnější, ale mají i větší didaktickou hodnotu (Lim a kol., 2016, Vaccarezza, 2015).

Ovšem, nejen ve zdravotnictví, potažmo v anatomii člověka, se dá využít 3D tisk. Jak jsem zmínil v předešlé kapitole, že je možné využít virtuální model terénu pro výuku základních geografických/ekologických aspektů a vztahů, tak spojením těchto dvou moderních technologií se nabízí další využití. Díky 3D tiskárně je možné vytvořit přesné znázornění daného terénu, na kterém se dají pak vyzkoušet různé přírodní zákonitosti (svahovitost, eroze apod.). Zároveň může sloužit jako snadný způsob, jak znázornit a přiblížit tak běžné populaci různá vesmírná tělesa- planety, meteority aj. (Horowitz, Schultz, 2014). Podobným příkladem je pak možnost nechat si vytisknout kopie různých geologických objektů, ať už konkrétních hornin, minerálů, geologických struktur či jevů. Stačí mít jen pouhý smartphone a vhodný software a je možné si takto rozšířit geologickou sbírku či sbírku různých modelů krajiny apod. (Squelch, 2018)

Výše uvedené možnosti mohou tak nahradit běžné geologické modely, které jsou využívány v hodinách. Na rozdíl od běžných pomůcek je pak výhodou i to, že si je mohou žáci sami vymodelovat v rámci programování a, pokud mají tu možnost, tak i vytisknout doma a využívat během svého učení (Akciz, Thurmond, 2018).

Specifickým a velmi důležitým faktorem je i možnost zapojení 3D tisku do výuky pro žáky se speciálními potřebami. Ať už pro tvorbu individuálních terapeutických modelů či speciálních potřeb třeba pro psaní a jiných pomůcek (Buehler a kol., 2016).

Můžeme tedy závěrem říci, že 3D tisk může posloužit nejen pro výuku polytechnického vyučování a specifických odborných nauk (anatomie, geovědy), ale i jako poměrně snadno dostupná možnost rozšíření materiálů ve sbírkách a zpestření výuky nejen přírodopisu/biologie a poskytuje obrovský potenciál pro budoucí vývoj a směr školství.

### 3. Metodika

V této části krátce představím způsob získávání dat pro účely této diplomové práce. Nejprve se zaměřím na otázku zvolených metod. Pokusím se stručně vysvětlit, proč jsem zvolil právě tyto metody, diskutovat jejich vhodnost, funkci apod. a zároveň krátce charakterizují průběh výzkumu. Poté podrobněji seznámím se strukturou dotazníku a preferenčního testu a jejich přizpůsobením pro účely tohoto výzkumu. V závěru se zaměřím na statistické zpracování dat a finální tvorbu výsledků.

#### 3.1. Zvolené metody a průběh výzkumu

Jak již bylo řečeno výše, tato práce navazuje na dřívější výzkum zaměřený na studenty vyššího stupně gymnázia (Šibravová, 2016). Klade si za cíl rozšířit výzkumný vzorek o další věkový stupeň žáků. Základním kamenem této diplomové práce je tudíž výzkum na druhém stupni základních škol na území hlavního města Prahy, konkrétněji jsem se zaměřil na žáky šestých a sedmých tříd a jejich analogii na nižším stupni gymnázia (prima a sekunda). Důvodem mého výběru je to, že jsou tyto třídy již na druhém stupni a probíhá zde výuka přírodopisu. Dalším faktorem také je největší možná věková vzdálenost těchto tříd od věku gymnaziálních studentů. Snahou této práce je pokrýt co největší věkové rozpětí oproti předešlému výzkumu na vyšším stupni gymnázií, proto byla zvolena tato věková skupina. Zároveň předpokládám, že tito mladší žáci mohou mít jiné preference, co se týká výukových pomůcek, potažmo metod, než jejich starší vrstevníci.

Termín dotazníkového šetření byl původně koncipován tak, že oslovím nejprve žáky sedmých tříd na začátku školního roku a poté, až spíše před prázdninami, postupně třídy šesté. Tento odklad byl zvolen s ohledem na přechod žáků v šestých třídách na druhý stupeň základního vzdělávání, potažmo tedy na jiný styl výuky nejen přírodopisu, ale i jiných předmětů. Ke konci školního roku je předpokládáno, že budou žáci již zaběhnutí ve výuce a dalším nezastupitelným faktorem je i to, že už mají část témat probraných a nemělo by jim tedy dělat větší problémy odpovídat na dané otázky. V případě sedmých tříd jsem se řídil spíše časovými možnostmi oslovených učitelů, jelikož už jsou žáci v učivu a stylu výuky druhého stupně zaběhnutí. Navzdory plánu nakonec proběhl výzkum jen v jednom termínu, a to v šestých i sedmých třídách na jedné základní škole dohromady ke konci školního roku (viz tabulka níže) a nebylo tedy nutné časové odlišení těchto úrovní. Celkově jsem získal data od 193 žáků, z toho bylo 111 dívek a 82 chlapců.

Tabulka 1: Přehled účastníků výzkumu

Škola	Třída	Učitel	Počet žáků	
			Dívky	Chlapci
Gymnázium Christiana Dopplera	2. J (pilotáž)	Bc. Jakub Moudrý	28	
			21	7
	1. J	Mgr. Klára Frimlová	27	
			17	10
	1. M		30	
			3	27
Základní škola Ratibořická	6. A	Mgr. Hana Kuchová- Breburdová	26	
			17	9
	6. B		28	
			18	10
	7. A		29	
			16	13
	7. B		25	
			19	6

Vzhledem k návaznosti výzkumu na práci Šibravové (2016) nebylo možné příliš pozměnit výzkumné metody. Především u preferenčního testu musely totiž zůstat zachovány stejné položky, jejich pořadí apod. Důvodem bylo pozdější snadnější porovnávání získaných dat. U dotazníků pro žáky bylo opět limitujícím faktorem využití pro rozšíření výzkumného vzorku. Došlo tedy jen k drobným úpravám otázek, respektive k jejich přizpůsobení věkové úrovni dotazovaných (viz kapitola 3.2).

Samotný výzkum proběhl nejprve v rámci pilotního testování na Gymnáziu Christiana Dopplera v Praze 5, konkrétně ve třídě 2. J (sekunda osmiletého gymnázia s jazykovým zaměřením). Zde bylo hlavním cílem ověřit vhodnost úprav otázek pro danou věkovou úroveň a současně zkusit časovou náročnost preferenčního testu, vzhledem k množství porovnávaných položek. To se ukázalo jako bezproblémové a dotazník ani preferenční test tedy nebyl pro další výzkum nijak upravován.

Na této škole později proběhl, po vyhodnocení dat z pilotního šetření, i další výzkum ve dvou primách, konkrétněji tedy v 1. M (matematické zaměření) a 1. J (jazykové zaměření), ve spolupráci s kolegyní Mgr. Klárou Frimlovou. Školu jsem si, nejprve pro pilotní výzkum, vybral proto, že jsem sám ve 2. J vyučoval biologii a průběh výzkumu v této škole byl, vzhledem k zaměstnání, nejjednodušší na domluvu a přípravu. Z obdobného důvodu jsem i následně otestoval primy, jejichž výsledky umožnily konečné rozšíření souboru dat, aby odpovídal i předešlému výzkumu, na který navazují. Druhý výzkumný vzorek je ze Základní školy Ratibořická v Horních Počernicích. Zde již proběhl pouze plnohodnotný výzkum a to na všech žácích šestých a sedmých tříd v daném školním roce. V ZŠ Ratibořické se mi tedy podařilo, i díky ochotě paní učitelky Mgr. Hany Kuchové-Breburdové, získat největší množství dat. Tato škola byla zvolena, jelikož jsem do ní sám chodil v době svých žákovských let a zároveň jsem zde měl i jednu z pedagogických praxí. Mám zde stále dobré vztahy s učitelským sborem a nebyl tedy problém domluvit se na výzkumu, který probíhal skoro po celý den a narušil přeci jen více vyučovacích hodin než jen předpokládaný přírodopis. Dalším nezanedbatelným faktorem je též lokace školy v těsném sousedství mého bydliště, takže i logisticky nebylo náročné přepravit a připravit vše potřebné.

Závěrem je nutno podotknout, že si uvědomuji, že je můj výzkumný vzorek získán pouze na základě výsledků žáků dvou škol a tedy je otázkou, nakolik je možné získaná data zobecnit. Podobně se lze kriticky dívat i na omezenou geografickou polohu zvolených škol, tedy jejich lokace jen na území hl. města Prahy. Zde však bylo snahou získat data alespoň ze školy v samotném centru města, neboli v metropolitní oblasti (Gymnázium Ch. Dopplera), a dále v kontrastu s tím spíše na okraji města, tedy v suburbálním území (ZŠ Ratibořická). Po konzultaci se školitelem jsme se shodli, že pro účely této práce, respektive pro samotné porovnání preferencí u různě starých žáků, bude tento vzorek dostačující.

### 3.2. Dotazníkové šetření

Dotazníkové šetření se, stejně jako u Šibravové (2016), skládalo ze sady otázek pro žáky a pro jejich učitele. Převzal jsem její dotazníky určené pro vyšší stupeň gymnázia a pouze je drobně upravil vzhledem k odlišné úrovni vzdělání. Upravil jsem převážně části otázek obsahujících různé terminologie předmětu a otázky týkající se budoucího směřování žáků, podrobněji v rámečku níže.

#### **Porovnání otázky z původního dotazníku od Šibravové (2016)- (1a) vs. upravená verze pro žáky ZŠ/NG (1b):**

1a) Které téma Vás v hodinách biologie nejvíce zajímá? Vyberte pouze jednu možnost.

- a) botanika
- b) zoologie
- c) biologie člověka
- d) geologie
- e) genetika
- f) jiné (vypište) .....
- g) žádné

1b) Které téma Vás v hodinách přírodopisu nejvíce zajímá? Vyberte pouze jednu možnost.

- a) biologie rostlin (botanika)
- b) biologie bezobratlých živočichů
- c) biologie obratlovců
- d) biologie člověka
- e) geologie (nerosty, zkameněliny apod.)
- f) jiné (vypište) .....
- g) žádné

Podrobnější porovnání viz přílohy: 8.1. Dotazník ZŠ/NG a 8.2. Dotazník VG

Samotné šetření proběhlo vždy během jedné vyučovací hodiny, časová náročnost zpravidla nepřekročila 20 minut. Na začátku hodiny jsem se vždy představil a seznámil žáky s účelem výzkumu. Poté byly žákům rozdány dotazníky. Prvním úkolem bylo správně zapsat identifikační číslo k rozeznání a přiřazení k preferenčnímu testu. Vzhledem k věku dotazovaných jsem zvolil nejjednodušší cestu, a to datum narození s uvedeným formátem - den, měsíc a rok. Pak už bylo vše ponecháno na žácích - když měli dotazník hotový, mohli dále pokračovat v běžné výuce.

U učitelských dotazníků se také otázky příliš nezměnily, maximálně opět pouze terminologicky. První dotazník se zaměřil stejně jako v předešlém výzkumu na vybavení školy, výukové pomůcky a jejich využití, druhý pak na výuku konkrétní třídy, zejména tedy na praktické části výuky. Z důvodu nízkého počtu oslovených pedagogů (celkem 2 a autor), jsem se rozhodl nezpracovávat výsledky učitelských dotazníků.

### 3.3. Preferenční test

V další části byl už výzkum zaměřen na konkrétní preference žáků. Struktura testování zůstala zachována, jelikož jsem neshledal potřebným zredukovat počet položek a po konzultaci se školitelem jsme se rozhodli otestovat kompletní sadu i na mladších žácích, aby se i tato část dala plně porovnávat s předchozím výzkumem Šibravové (2016).

Tato část výzkumu probíhala nejlépe hned následující hodinu přírodopisu, nejdříve po dvou dnech, nejpozději do jednoho týdne od dotazníkového šetření. Preferenční test probíhal zpravidla po delší dobu než dotazníkové šetření, zejména na ZŠ Ratibořická, kde jsem měl vymezen čas po skoro celé dopolední vyučování. Zpravidla však test příliš nepřesáhl v dané třídě dobu jedné vyučovací hodiny, tedy 45 minut. Žáci vždy chodili postupně po skupinkách 5-6 lidí do oddělené místnosti (kabinet biologie/studovna), kde byla předem připravena sada 22 různých exemplářů modelů či preparátů, seřazených od A do U (podrobný seznam viz tabulka 2 níže). Úkolem žáků bylo na daný formulář (Příloha 8.3) seřadit tuto sadu dle svých preferencí od 1 do 22. Číslo 1 znamená nejvíce atraktivní a číslo 22 nejméně atraktivní, přičemž se žádné číslo nesmí opakovat. Žáci byli ještě před vstupem požádáni o vyplnění identifikačního kódu stejného jako v předešlém šetření, a dále požádáni o individuální práci v tichosti.

Během samotného preferenčního testu nedošlo k výrazným problémům. Většina žáků pracovala dle instrukcí, které jsem většinou raději ještě několikrát zopakoval během jejich práce. Zopakoval jsem zejména, že se žádné číslo nesmí opakovat a že musejí vytvořit kompletní číselnou škálu od 1 do 22, což u pár žáků vedlo k nutnosti opravy jejich odpovědí. Během testování jen občas došlo k drobným hlasitějším projevům, především během prohlížení exponátů. Ve většině případů vlivem znechucení nad daným objektem, ale i v menší míře údivem a zaujetím. Někteří zvědavější žáci se i během dotazování ptali, o co se přesně jedná, „co přesně plave v tom válci...“ apod. Na tyto otázky jsem během testování neodpovídal, aby se vlivem náhlého znechucení neovlivnily výsledky preferencí, a odpověděl na ně zpravidla, až daná skupinka kompletně vyřešila a odevzdala své testy. Nutno podotknout, že po sdělení o čem se přesně jedná, zejména u preparátu srdce, se rozběhla skoro pravidelně diskuze: „Kde se daný preparát získal?“, „Zda je to skutečně lidské srdce?“, „Jak je staré?“ atd. Bohužel z časových důvodů, nebylo možné během testu zabřednout do obsáhlejšího rozhovoru se žáky, ale vždy měli možnost přijít o přestávce a prohlédnout si exemplář znovu i s dotazy atd. Průběh testování byl zaznamenáván (Příloha 8.6.).



Tabulka 2: Seznam objektů preferenčního testu (převzato ze Šibravová, 2016)

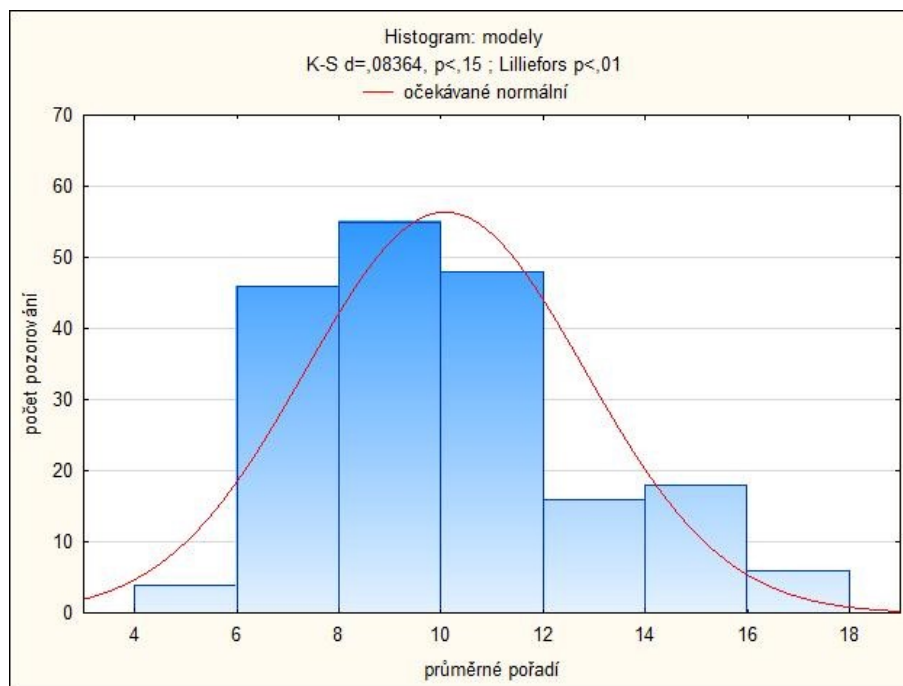
<b>Testová položka</b>	<b>Reálný zoologický preparát</b>	<b>Model</b>	<b>Zapůjčení preparátu</b>	<b>Výrobce modelu</b>
mlok	válec (mlok skvrnitý)	klasický (mlok skvrnitý)	KBES, PedF UK	Jan Jelínek – výtvarné práce
mozek	válec (mozek kuny)	anatomický (lidský mozek)	AG Štěpánská	3B Scientific
oko	válec (oko tura)	anatomický (lidské oko)	AG Štěpánská	3B Scientific
ryba	válec (perlín ostrobřichý)	klasický (plotice obecná)	KBES, PedF UK	Jan Jelínek – výtvarné práce
pavouk	válec (sklípkan)	anatomický (sklípkan)	AG Štěpánská	Mac Toys
srdce	válec (lidské srdce)	anatomický (lidské srdce)	AG Štěpánská	3B Scientific
štír	válec (štír indický)	anatomický (štír)	AG Štěpánská	Mac Toys
vývoj motýla	preparát v pryskyřici (bělásek zelný)	klasický (monarcha stěhovavý)	KUDBi, PŘF UK výrobce neuveden, dodavatel Multip Moravia s.r.o.	Safari Ltd.
zmije	válec (zmije obecná)	klasický (zmije obecná)	KBES, PedF UK	Jan Jelínek – výtvarné práce
žába - anatomie	anatomický preparát v pryskyřici (ropucha)	anatomický (skokan skřehotavý)	KUDBi, PŘF UK výrobce neuveden, dodavatel Multip Moravia s.r.o.	Revell x-ray
žába - celá	válec (skokan skřehotavý)	klasický (skokan skřehotavý)	KBES, PedF UK	Jan Jelínek – výtvarné práce

Fotografie jednotlivých objektů viz příloha 8.4 a jejich rozložení během preferenčního testu viz příloha 8.5.

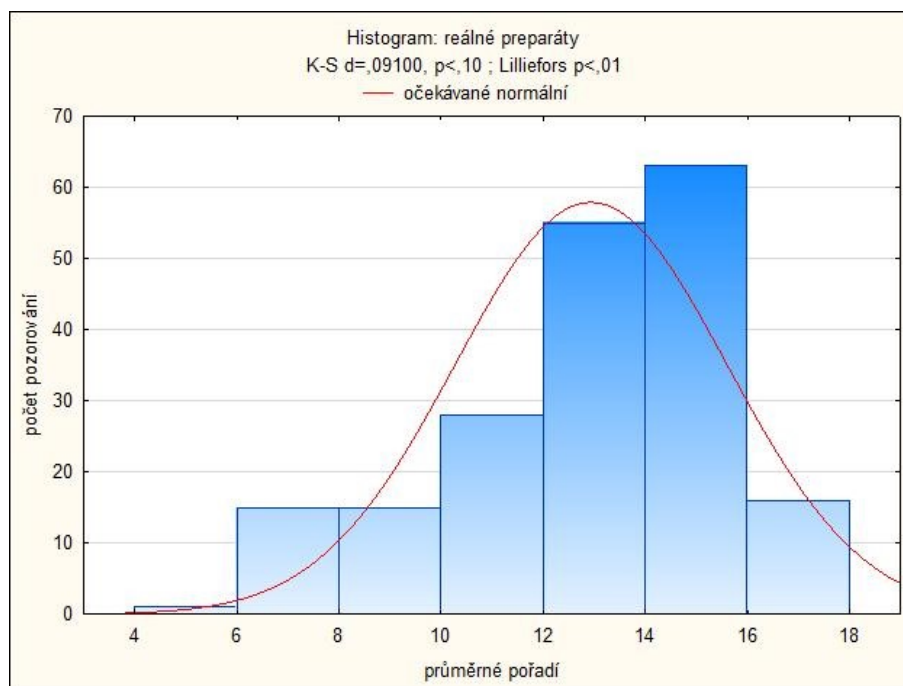
### 3.4. Statistická analýza dat

Výsledná data jsem nejprve zpracoval v programu Microsoft Office Excel 2007, kde jsem postupně vytvořil jednotlivé tabulky a na jejich základě jsem pak udělal grafy, vypočítal průměrné hodnoty, směrodatné odchylky ad. Následně jsem nahrál data do programu Statistica 13 (Trial anglická verze), kde jsem pracoval na pokročilejších statistických operacích - párový t-test, analýza rozptylu (ANOVA) při opakovaných měřeních, Tukeyův post-hoc HSD test pro průkaznost rozdílů mezi jednotlivými položkami a korelace s využitím Pearsonova korelačního koeficientu. Takto jsem zpracoval nejen svá data, ale také, kvůli návaznosti této práce, získaná data Jitky Šibravové (2016), která jsem porovnával v dílčích otázkách. Pro tato porovnávání bylo nutné sjednotit tabulky a odlišit jednotlivé stupně škol.

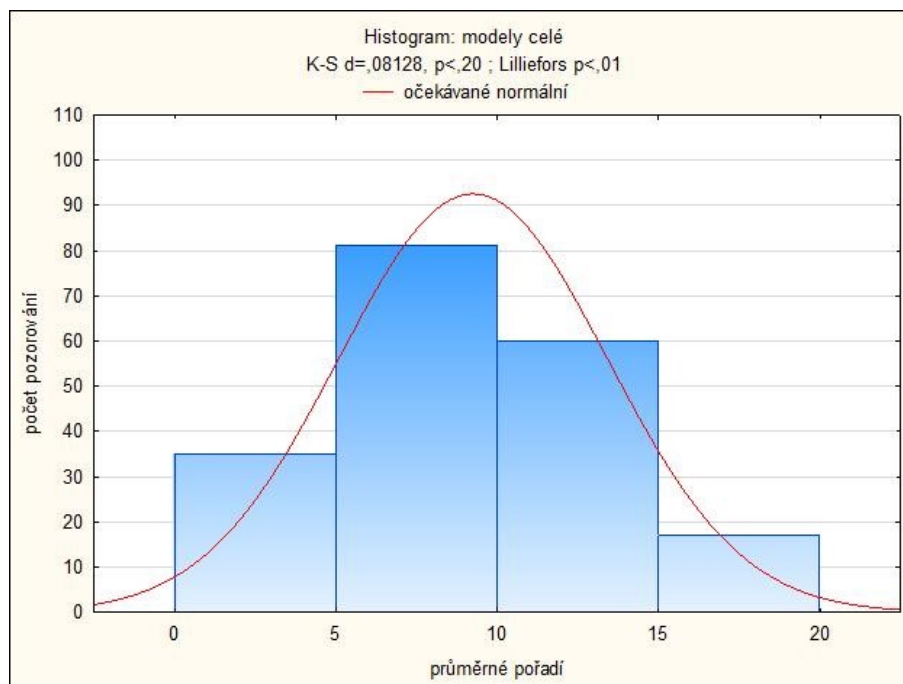
Dále pak následují grafy ukazující normalitu rozložení dat pro jednotlivé kategorie výzkumu (viz Grafy 1 až 8). Výsledky byly opět získány v programu Statistica 13, tentokrát za pomoci Kolmogorov-Smirnovova testu. Na základě tohoto testu jsem ověřil, že rozložení většiny analyzovaných proměnných není průkazně odlišné od normálního rozdělení ( $p > 0,05$ ), tedy můžeme říct, že mají přibližně normální rozložení. Jedinou výjimkou je průměrné pořadí anatomických preparátů v preferenčním testu, kde jeho p-hodnota ( $< 0,05$ ) ukazuje průkaznou odlišnost od normálního rozdělení, viz Graf 6. Ostatní p-hodnoty jsou uvedeny v popiscích jednotlivých grafů. Vzhledem k tomu, že většina sledovaných proměnných neměla směrodatnou odchylku od normálního rozdělení, rozhodli jsme se školitelem použít parametrické varianty testů.



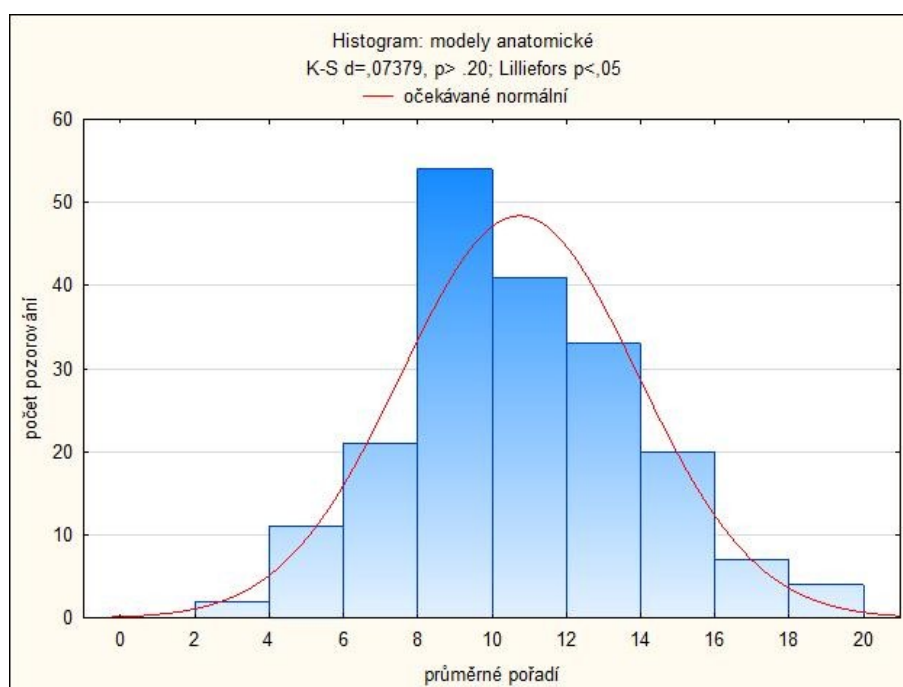
**Graf 1: Výsledky testu normality dat průměrného pořadí modelů v preferenčním testu, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p < 0,15$ ).**



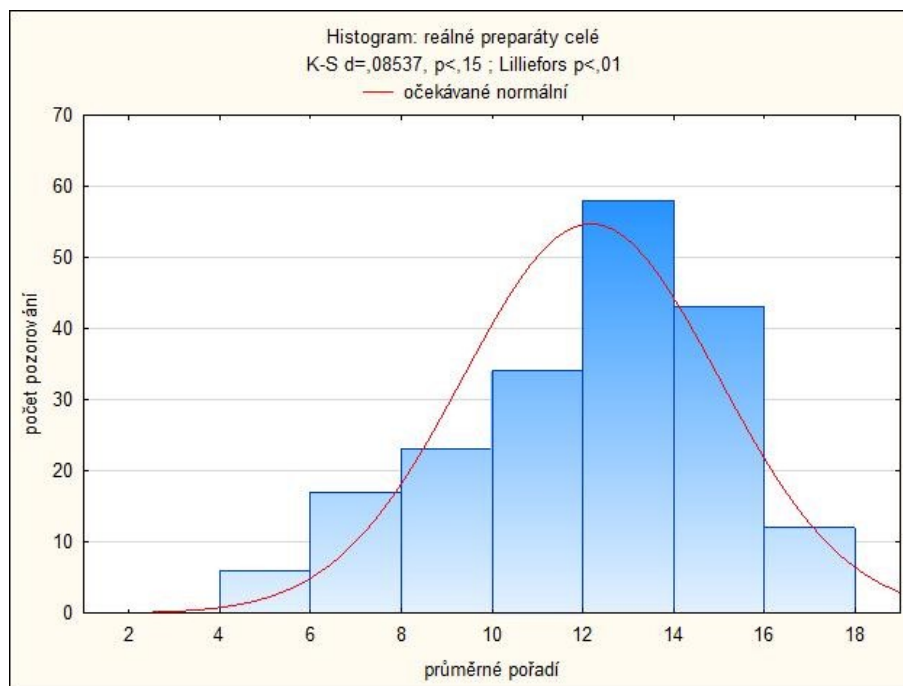
**Graf 2: Výsledky testu normality dat průměrného pořadí preparátů v preferenčním testu, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p < 0,10$ ).**



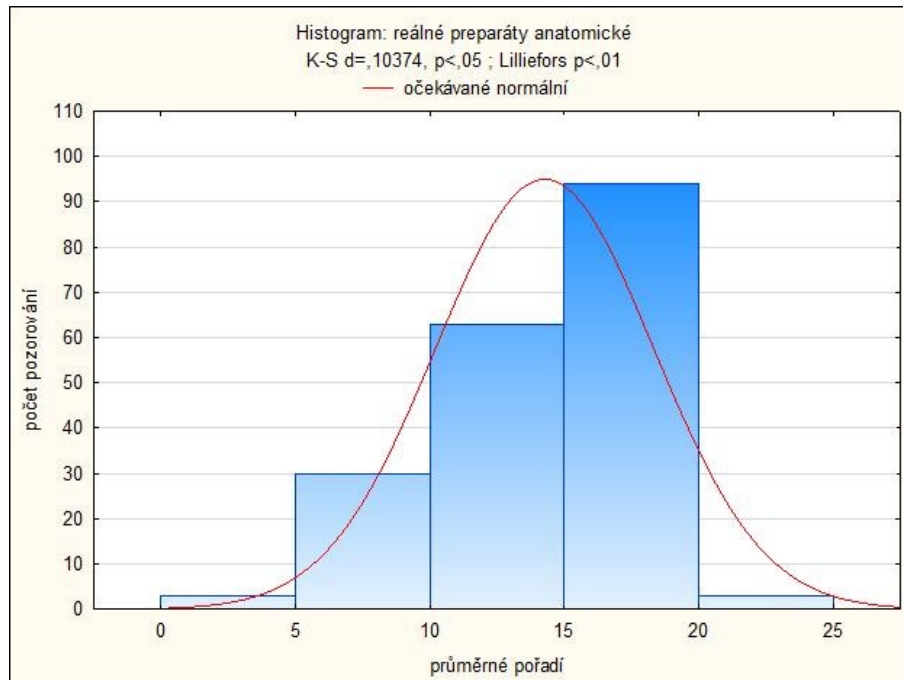
**Graf 3: Výsledky testu normality dat průměrného pořadí celkových modelů v preferenčním testu, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p < 0,20$ ).**



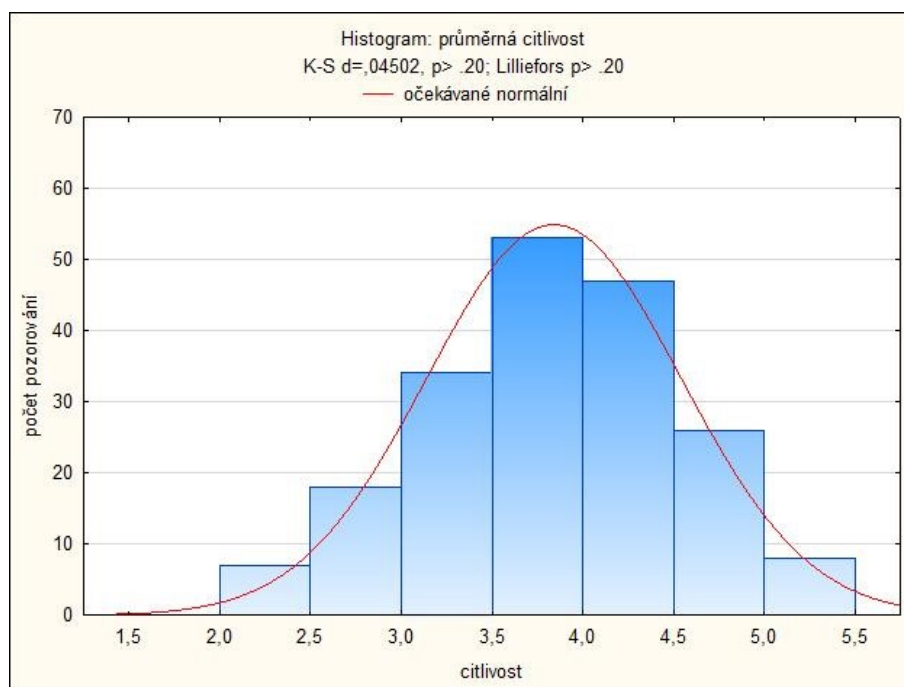
**Graf 4: Výsledky testu normality dat průměrného pořadí anatomických modelů v preferenčním testu, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p > 0,20$ ).**



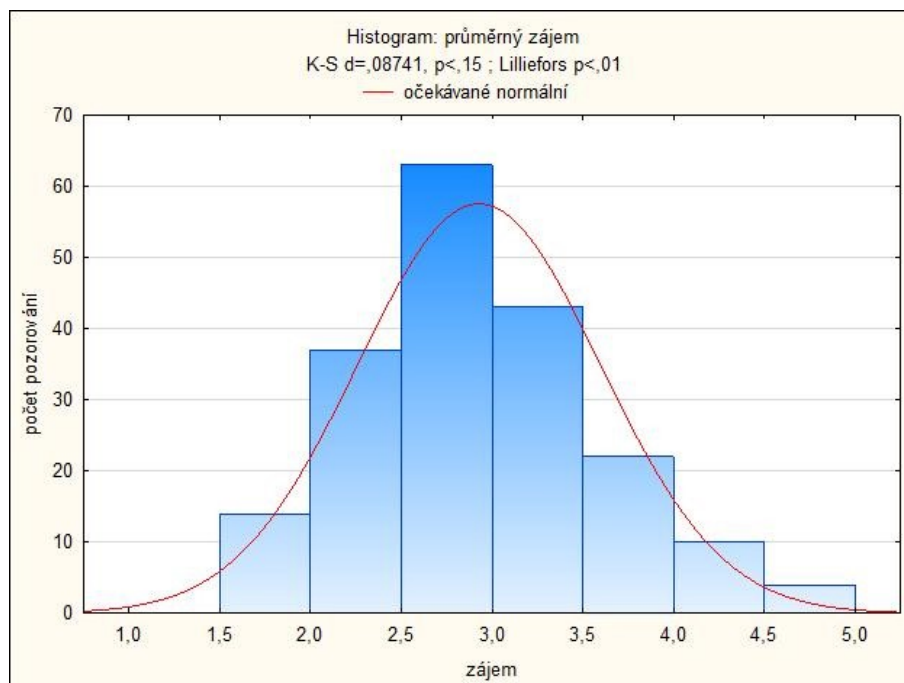
**Graf 5: Výsledky testu normality dat průměrného pořadí celkových preparátů v preferenčním testu, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p < 0,15$ ).**



**Graf 6: Výsledky testu normality dat průměrného pořadí anatomických preparátů v preferenčním testu, Kolmogorov-Smirnovův test prokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p < 0,05$ ).**



**Graf 7: Výsledky testu normality dat průměrné citlivosti žáků na potencionálně fobické podněty, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p > 0,20$ ).**



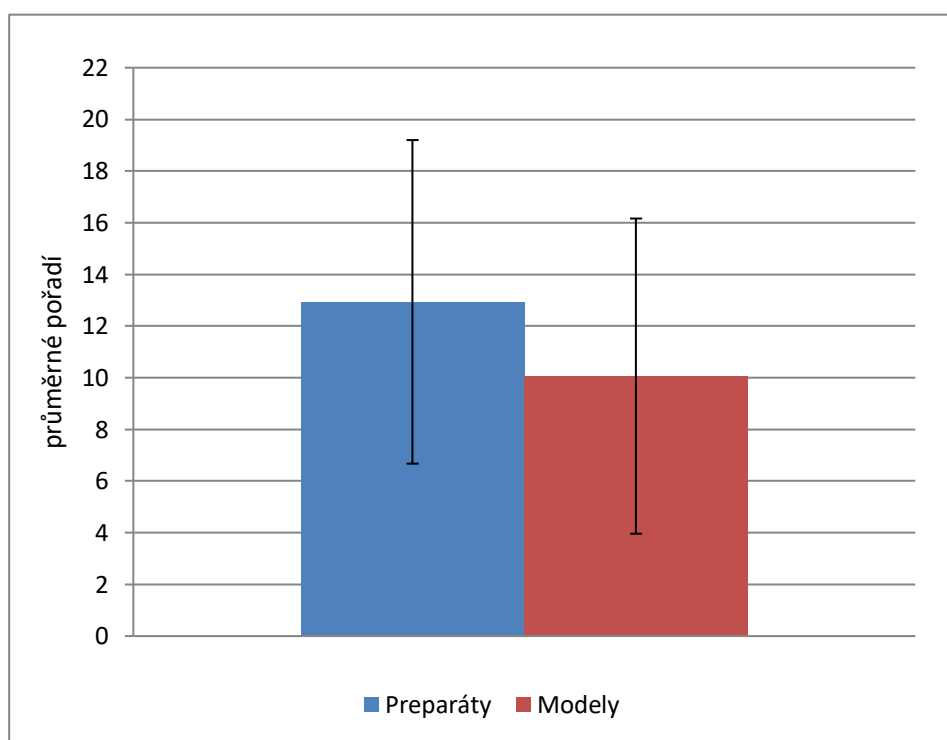
**Graf 8: Výsledky testu normality dat průměrného zájmu žáků o objekty živočišného původu, Kolmogorov-Smirnovův test neprokázal odchylku od normálního rozdělení ( $p < 0,15$ ).**

## 4. Výsledky

Tato kapitola postupně představí zjištěné výsledky, seřazené dle výzkumných otázek stanovených v úvodu. Každá podkapitola pro přehlednost tedy reprezentuje jednu výzkumnou otázku s příslušnými grafy a obsahuje komentáře k výsledným hodnotám.

### 4.1. Preferují žáci druhého stupně základních škol a nižšího stupně gymnázia 3D modely nebo reálné zoologické preparáty?

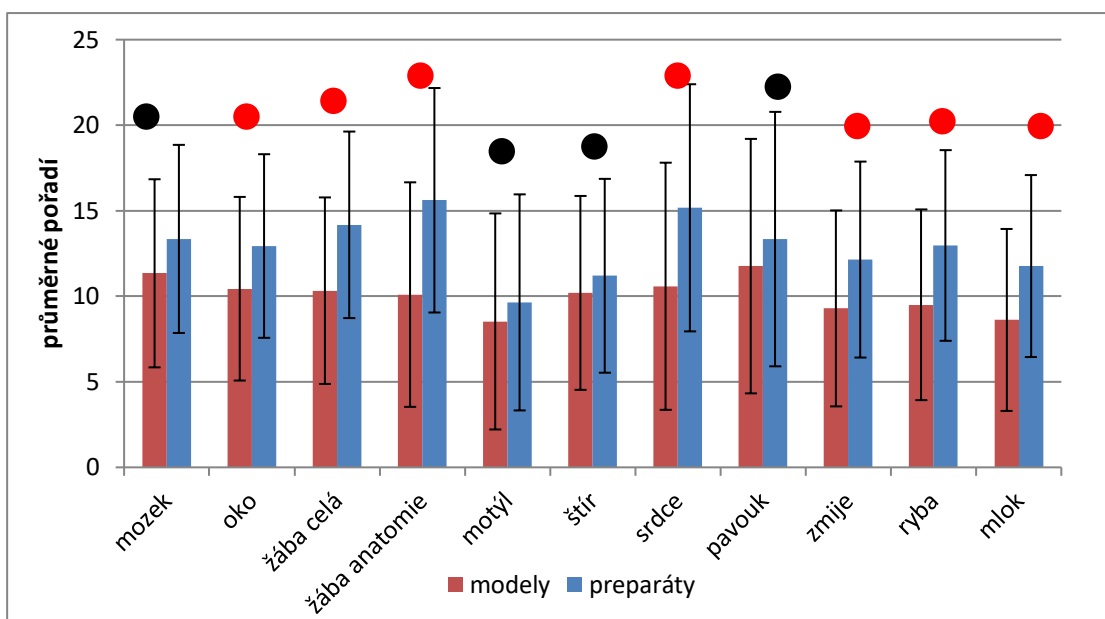
Na základě preferenčního testu bylo zjištěno, že žáci jako celek preferovali 3D modely před reálnými zoologickými preparáty (umísťovali je na přednější místa), patrně dle Grafu 9. K vypočtení výsledků byl použit párový t-test a výsledky jsou vysoce průkazné ( $p < 0,000001$ , effect size = 1).



**Graf 9: Průměrné pořadí preparátů a modelů v preferenčním testu.**

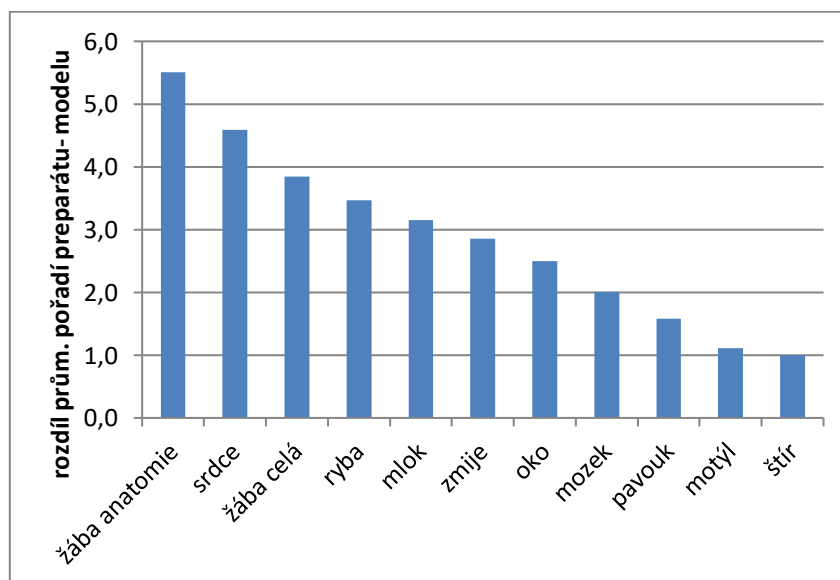
( $p < 0,000001$ ; effect size = 1; chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku)

Také při rozdělení na jednotlivé položky se ukazuje, že je ve všech případech atraktivnější varianta modelu než preparátu, a to ve většině případů s vysokou statistickou průkazností (na základě Tukeyova post-hoc testu,  $p < 0,01$ ). Pouze u položek mozku, motýla, štíra a pavouka nebyl zjištěn statisticky průkazný rozdíl ( $p > 0,05$ ), viz Graf 10, podrobněji příloha 8.7.



**Graf 10: Průměrné pořadí jednotlivých položek v preferenčním testu** (černé kolečko:  $p > 0,05$ , červené kolečko:  $p < 0,01$ , chybové úsečky ukazují směrodatnou odchylku)

Podrobnější hodnoty celkového rozdílu mezi jednotlivými položkami můžeme pak vidět v Grafu 11, kde se ukazuje, že největšího rozdílu v hodnocení dosáhly položky reprezentující anatomii žáby a srdce, naopak nejmenší rozdíl je u položek štíra a motýla.

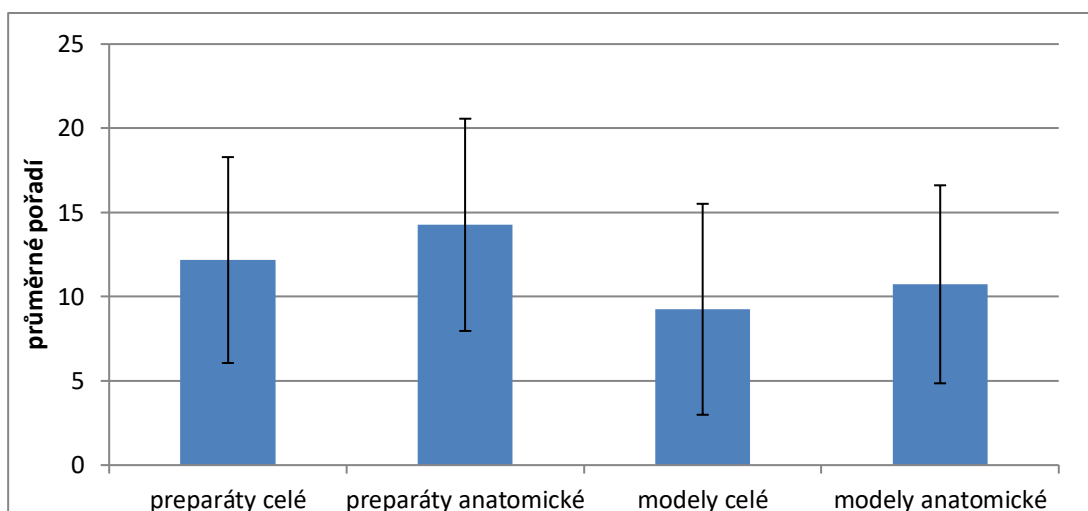


**Graf 11: Rozdíl preparátu a modelu v pořadí v preferenčním testu u jednotlivých položek.**



#### 4.2. Jsou atraktivnější preparáty a modely anatomické nebo preparáty a modely celých živočichů?

Na základě Grafu 12 je patrné, že dotazovaní žáci shledávají celkové i anatomické modely jako atraktivnější, oproti preparátům. Nejatraktivnější jsou pak pro ně celkové modely a nejméně atraktivní naopak anatomické preparáty. Vliv typu objektu na volbu žáků byl potvrzen jako statisticky vysoce průkazný ( $p < 0,01$ ). Zároveň byly na základě Tukeyova post-hoc HSD testu zjištěny vysoce statisticky průkazné rozdíly mezi všemi čtyřmi typy objektů (viz Tabulka 3).



**Graf 12: Průměrné pořadí preparátů a modelů při rozdělení na celkové a anatomické** ( $p < 0,01$ , effect size = 1)

**Tabulka 3: Tukeyův post-hoc HSD test- Průměrné pořadí preparátů a modelů při rozdělení na celé a anatomické.** Čísla ukazují dosažené p-hodnoty, statisticky průkazné hodnoty jsou zbarveny červeně

Typ objektu	preparáty celé	preparáty anatomické	modely celé	modely anatomické
preparáty celé		0,000012	0,000008	0,003609
preparáty anatomické	0,000012		0,000008	0,000008
modely celé	0,000008	0,000008		0,002451
modely anatomické	0,003609	0,000008	0,002451	

#### 4.3. Liší se preference žáků na základní škole a nižším stupni gymnázia od preferencí žáků vyššího stupně gymnázií?

Na základě porovnání dat z práce Šibravové (2016) a mých dat vyšly opačné hodnoty v preferencích žáků základních škol a nižšího stupně gymnázií oproti žákům vyššího stupně gymnázií. Konkrétněji v prvním případě porovnání průměrného pořadí reálných preparátů a modelů v preferenčním testu mezi jednotlivými stupni vyšly skoro totožné hodnoty, ale přesně v opačném pořadí, viz Graf 13. Ukázalo se tedy, že žáci na základní škole a nižším stupni gymnázia preferují, na rozdíl od starších žáků vyššího stupně gymnázia, 3D modely před reálnými preparáty. Výsledky průměrného pořadí dle typů objektu a stupně školy jsou vysoce průkazné  $p < 0,01$ . Pro zjištění průkaznosti jednotlivých typů a stupňů školy byl použit Tukeyův post-hoc HSD test (Tabulka 4).

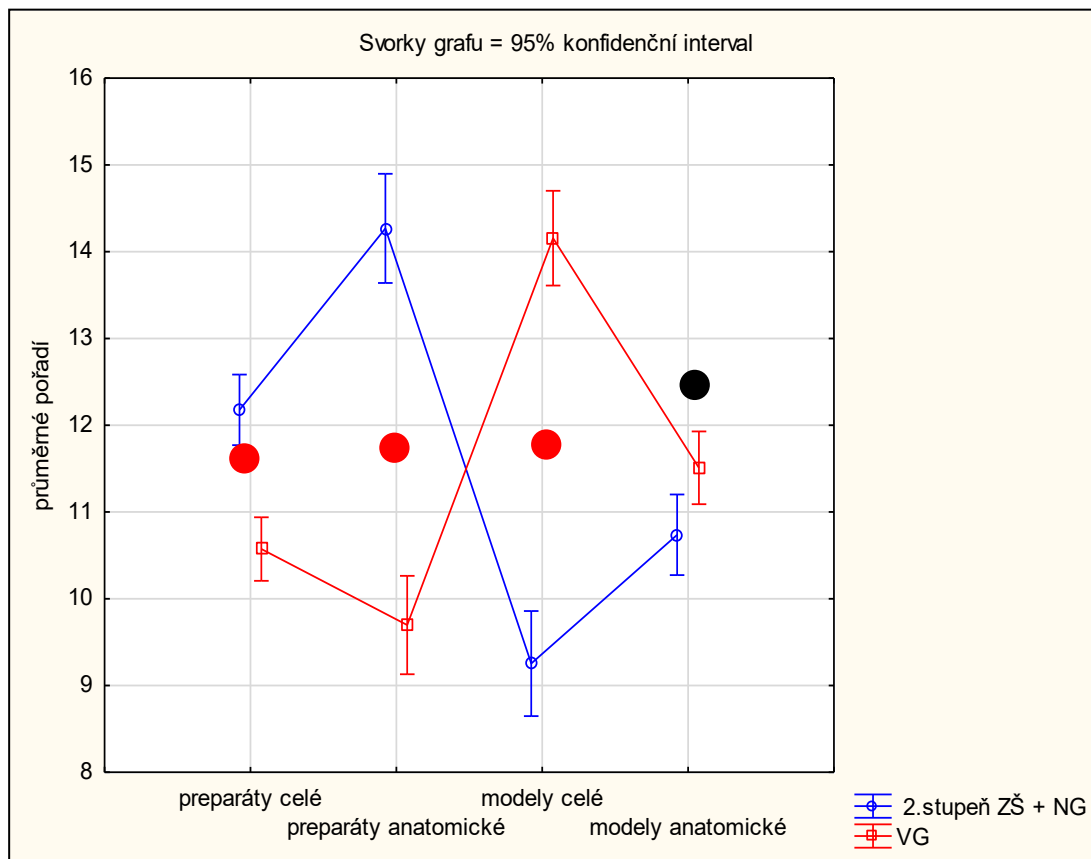


**Graf 13: Průměrné pořadí preparátů a modelů u žáků základních škol/nižšího gymnázia a vyššího stupně gymnázia. ( $p < 0,01$ )**

**Tabulka 4: Tukeyův post-hoc HSD test- Průměrné pořadí preparátů a modelů u žáků základních škol/nižšího gymnázia a vyššího stupně gymnázia. Čísla ukazují dosažené p-hodnoty, statisticky průkazné hodnoty jsou zbarveny červeně.**

Typ školy		ZŠ a NG	ZŠ a NG	VG	VG
	typ objektu	modely	preparáty	modely	preparáty
ZŠ a NG	modely		0,000008	0,000008	0,924440
ZŠ a NG	preparáty	0,000008		0,845037	0,000008
VG	modely	0,000008	0,845037		0,000008
VG	preparáty	0,924440	0,000008	0,000008	

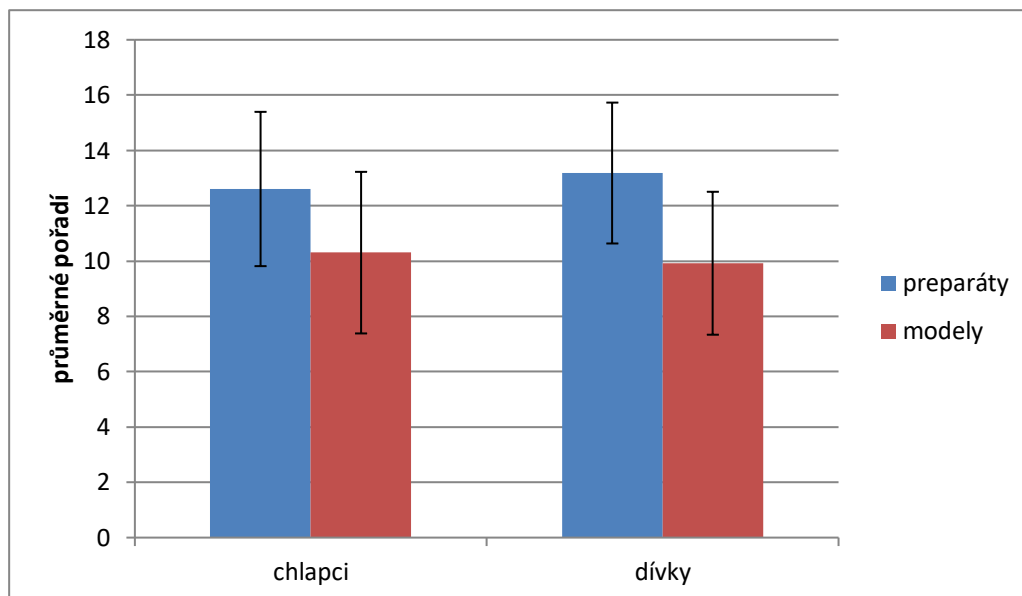
K podobným výsledkům se dospělo při porovnání preferencí při rozdělení objektů na anatomické a celé. I v tomto případě se ukazuje, že mladší žáci mají odlišné preference, než žáci vyššího stupně gymnázia. Zjištěné výsledky jsou vysoce průkazné  $p < 0,01$ . Pouze v případě anatomických modelů se zjištěné hodnoty příliš neliší, ačkoliv stále jsou hodnoceny jako atraktivnější u mladších žáků, tyto hodnoty jsou však na základě Tukeyova post-hoc HSD testu statisticky neprůkazné ( $p = 0,41$ ). V ostatních případech jsou zjištěné hodnoty vysoce průkazné, viz Graf 14.



**Graf 14: Průměrné pořadí preparátů a modelů při rozdělení na celé a anatomické v porovnání u žáků základních škol/nižšího gymnázia a žáků vyššího gymnázia.**  
 Červené kolečko:  $p < 0,01$ , černé kolečko:  $p > 0,05$

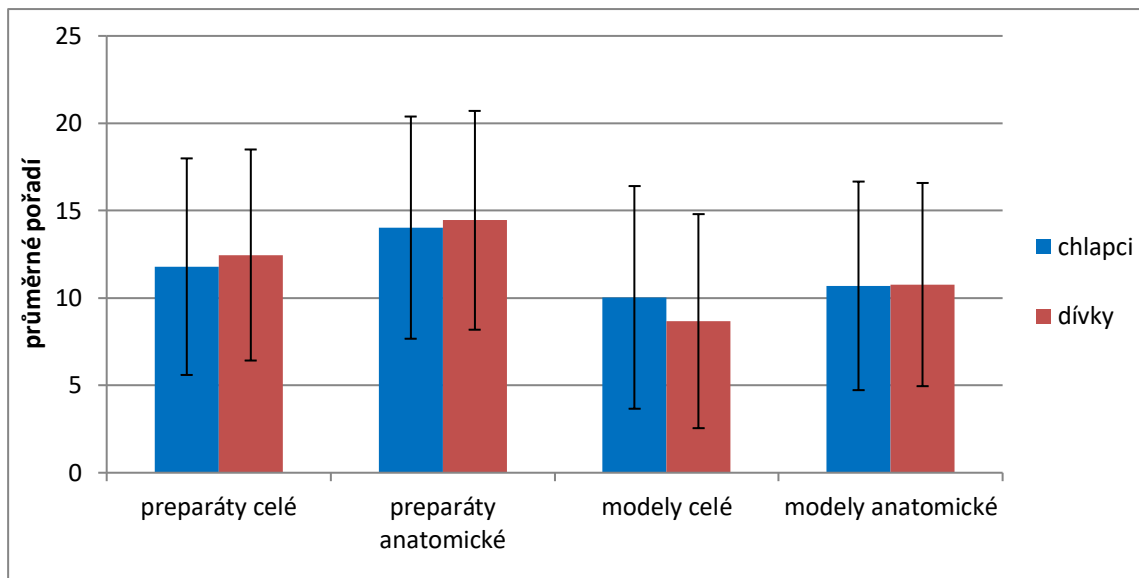
#### 4.4. Liší se preference mezi pohlavími?

Na základě testu ANOVA při opakovaných měřeních nebyl prokázán vliv pohlaví na preference preparátů či modelů ( $p = 0,21$ ), ani interakce mezi pohlavími a typem objektu není statisticky průkazná ( $p = 0,08$ ). U obou pohlaví vycházejí velmi podobné preference, tedy obě pohlaví upřednostňují modely, viz Graf 15.



**Graf 15: Průměrné pořadí preparátů a modelů podle pohlaví** (vliv pohlaví na preference preparátů či modelů ( $p = 0,21$ ); interakce mezi pohlavími a typem objektu ( $p = 0,08$ ); chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku)

Při rozdělení objektů na anatomické a celkové se také ukazuje, že pohlaví nehraje roli, viz Graf 16. Všechny čtyři kategorie mají přibližně stejné hodnoty, jediné v případě celkových modelů můžeme vidět výraznější rozdíl (o hodnotu  $\pm 1$ ). ANOVA test při opakovaných měřeních neprokázal vliv pohlaví na toto rozdělení objektů ( $p = 0,079$ ). Ani interakce mezi jednotlivými položkami na základě Tukeyova post-hoc HSD testu nebyla průkazná ( $p < 0,05$ ). Podrobněji viz Tabulka 7 v příloze 8.8.

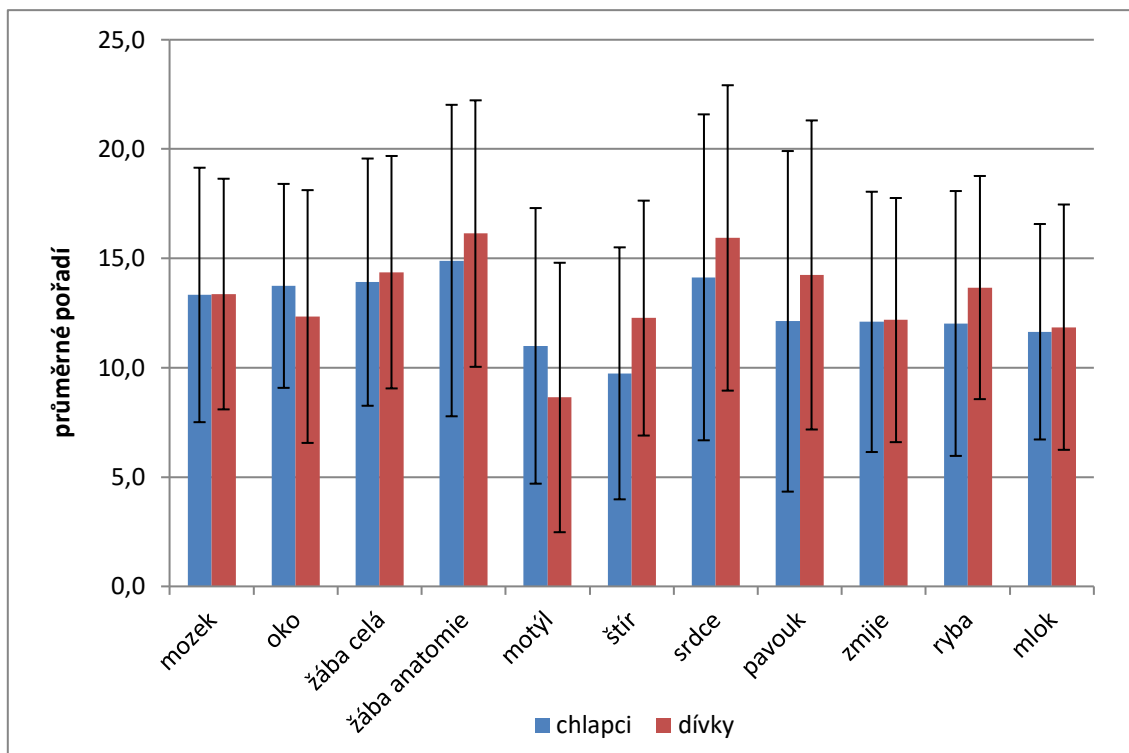


**Graf 16: Průměrné pořadí preparátů a modelů dle pohlaví a při rozdělení na celé a anatomické** (vliv pohlaví na preference preparátů či modelů ( $p = 0,079$ ); chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku)

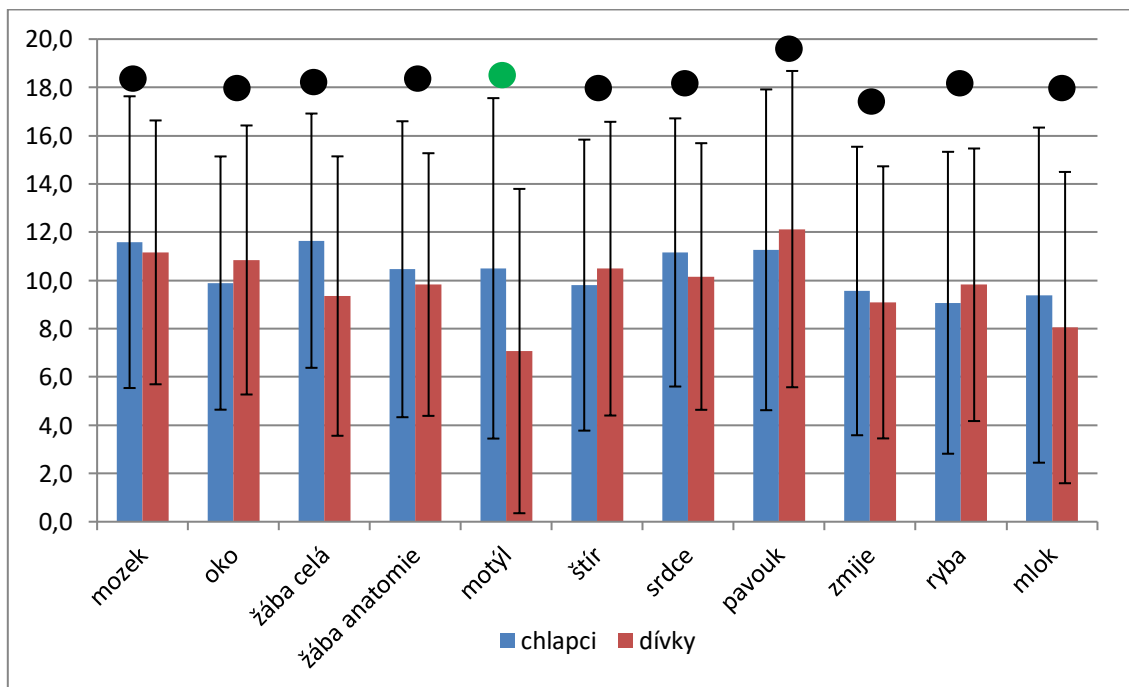
Zajímavější jsou pak výsledky při hodnocení jednotlivých objektů představovaných reálným preparátem či výukovým modelem podle pohlaví.

Graf 17 ukazuje porovnání jednotlivých položek pro reálné preparáty. Vliv pohlaví na preference preparátů neprůkazný ( $p = 0,13$ , effect size = 1), ale interakce mezi typem preparátu a pohlavím respondentů je vysoce průkazná ( $p < 0,01$ , effect size = 0,99). V případě některých preparátů se výsledné hodnoty příliš nelišily (mozek, celá žába a mlok). Některé preparáty byly však hodnoceny lépe dívkami, jako např. motýl (rozdíl hodnot o  $\pm 2$ ). A naopak některé lépe chlapci - štír, pavouk, srdce, ryba (rozdíl hodnot o  $\pm 2$ ). Zde pravděpodobně hraje roli, že tyto objekty působí na dívky jako potencionálně fobické podněty. Avšak rozdíly mezi jednotlivými objekty nejsou ani v jednom případě průkazné (Tukeyův post-hoc HSD test,  $p > 0,05$ ), viz Tabulka 8 v příloze 8.9.

Obdobné výsledky se pak ukazují v hodnocení výukových modelů podle pohlaví, viz Graf 18. Zde jsou také interakce mezi typem modelu a pohlavím vysoce průkazné ( $p < 0,01$ , effect size = 0,98) a mezi jednotlivými pohlavími nejsou průkazné rozdíly ( $p = 0,13$ , effect size = 1). Jednotlivé modely v tomto případě mají vždy poměrně odlišné hodnocení. Avšak pouze v případě motýla je tento rozdíl výraznější (rozdíl hodnot o více než 3). Tento případ je také jediný, kde byla zjištěna statistická průkaznost (Tukeyův post-hoc HSD test,  $p < 0,05$ ), v ostatních případech  $p > 0,05$ , podrobněji viz Tabulka 9 v příloze 8.10.

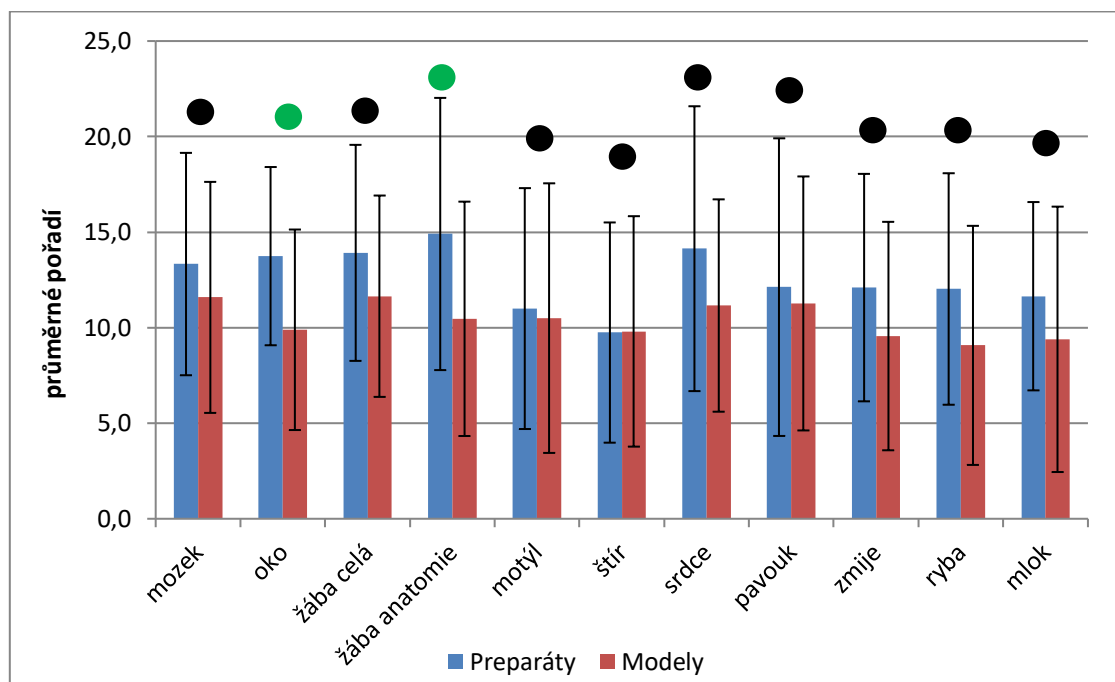


**Graf 17: Průměrné pořadí reálných preparátů při rozdělení respondentů podle pohlaví (u všech položek  $p > 0,05$ ; chybové úsečky znázorňují směrodatnou odchylku)**



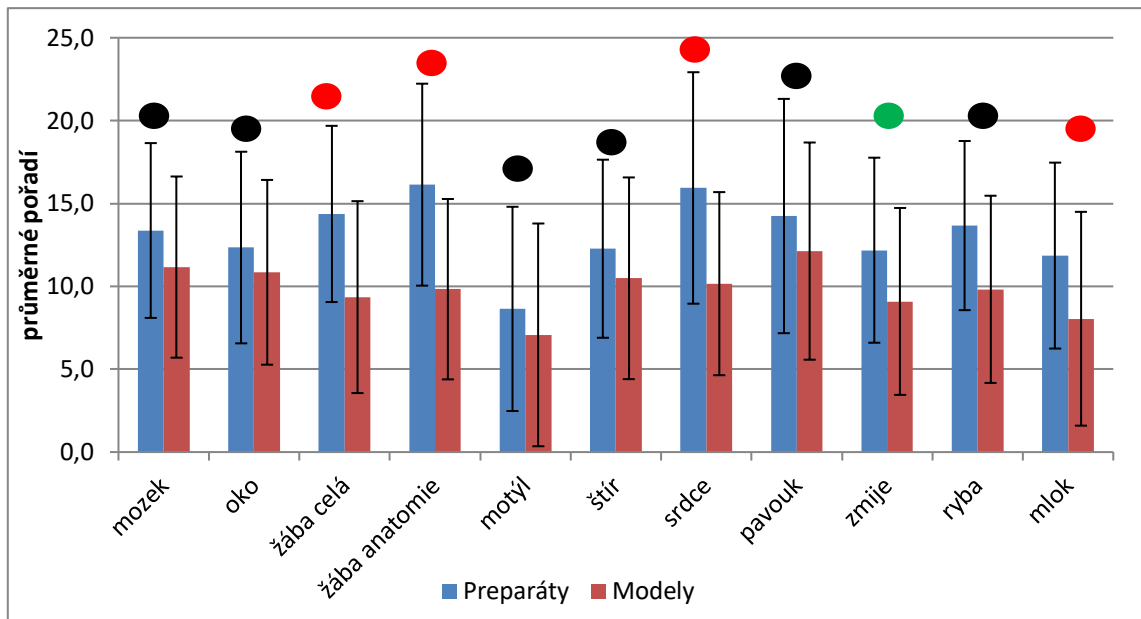
**Graf 18: Průměrné pořadí modelů při rozdělení respondentů podle pohlaví (černé kolečko:  $p > 0,05$ , zelené kolečko:  $p < 0,05$ , chybové úsečky ukazují směrodatnou odchylku)**

Z Grafu 19 lze vyčíst průměrné hodnocení preparátů a modelů u chlapců. Rozdíly jsou na základě ANOVA testu při opakovaných měření vysoce průkazné ( $p < 0,00001$ , effect size = 1). Chlapci zpravidla preferovali modely, pouze v případě štíra je to naopak, ale rozdíl je nepatrný (rozdíl hodnot o 0,1 bodu). Největší rozdíl v preferencích lze však pozorovat v případě anatomie žáby a oka (rozdíl hodnot o  $\pm 4$ ) a také pouze tyto objekty mají na základě Tukeyova post-hoc HSD testu průkazně rozdílné hodnoty,  $p < 0,05$ .



**Graf 19: Průměrné pořadí jednotlivých objektů u chlapců** (černé kolečko:  $p > 0,05$ , zelené kolečko:  $p < 0,05$ , chybové úsečky ukazují směrodatnou odchylku)

V případě dívek je pak jasně patrná preference modelů oproti reálným preparátům (ANOVA při opakovaných měřeních:  $p < 0,01$ , effect size = 1). Podobně jako u chlapců největšího rozdílu dosahují objekty reprezentující srdce, anatomii žáby a u dívek také celou žabu, ve všech případech jsou rozdíly poměrně značné (o  $\pm 6$ ). Také rozdíl jednotlivých položek dosahuje ve více případech průkazných hodnot na základě Tukeyova post-hoc HSD testu,  $p < 0,05$  až  $p < 0,01$ , viz Graf 20.



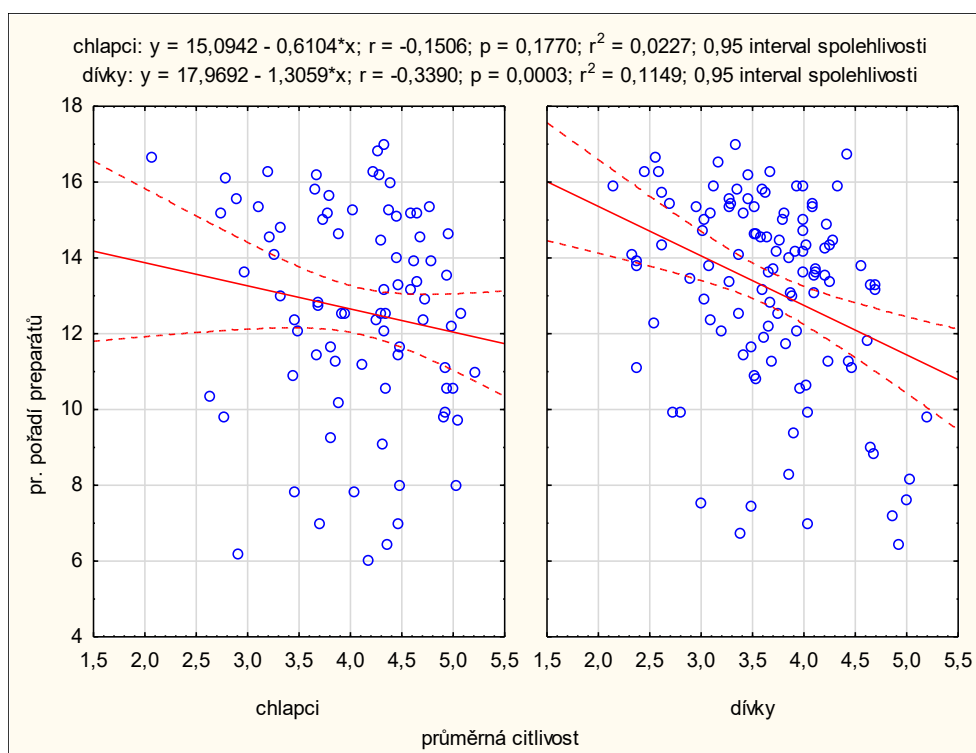
**Graf 20: Průměrné pořadí jednotlivých objektů u dívek** (černé kolečko:  $p > 0,05$ , zelené kolečko:  $p < 0,05$ , červené kolečko:  $p < 0,01$ ; chybové úsečky ukazují směrodatnou odchylku).



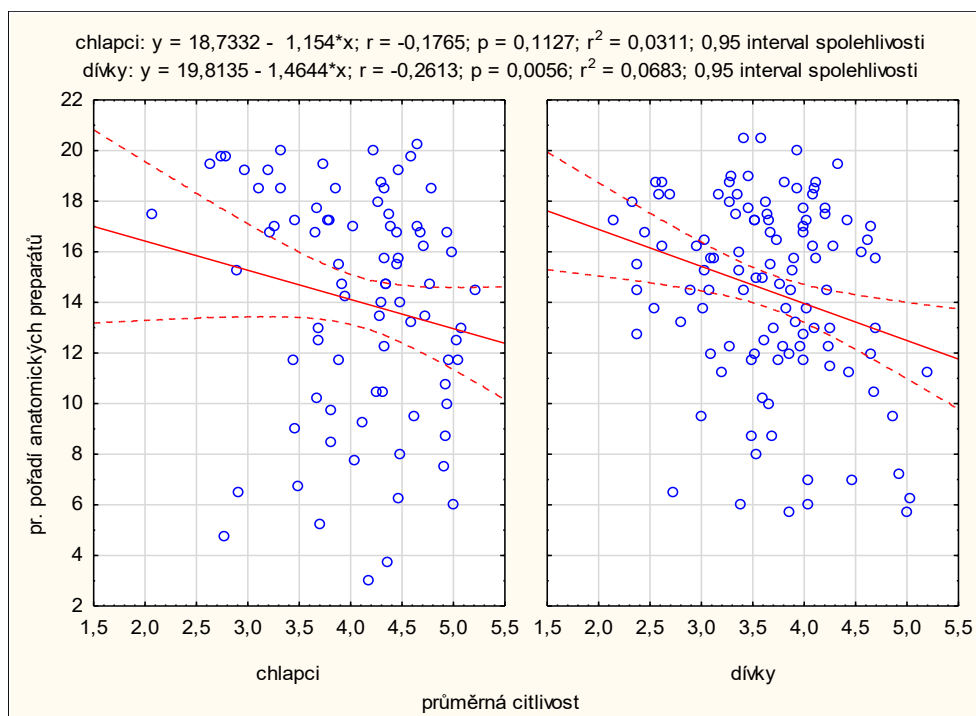
#### 4.5. Souvisí preference žáků s jejich citlivostí na potenciaálně fobické podněty?

Citlivost žáků vůči objektům živočišného původu byla vypočítána na základě hodnot, které žáci označovali v tabulce v dotazníku pro žáky (viz příloha 8.1.). Zde posuzovali, zda jim jednotlivé uvedené objekty vadí či nevadí, na číselné škále od jedné do pěti (1 - určitě vadí, 5 – nevadí). Pro následující analýzy byla použita průměrná hodnota ze všech 13 objektů hodnocených v dotazníku.

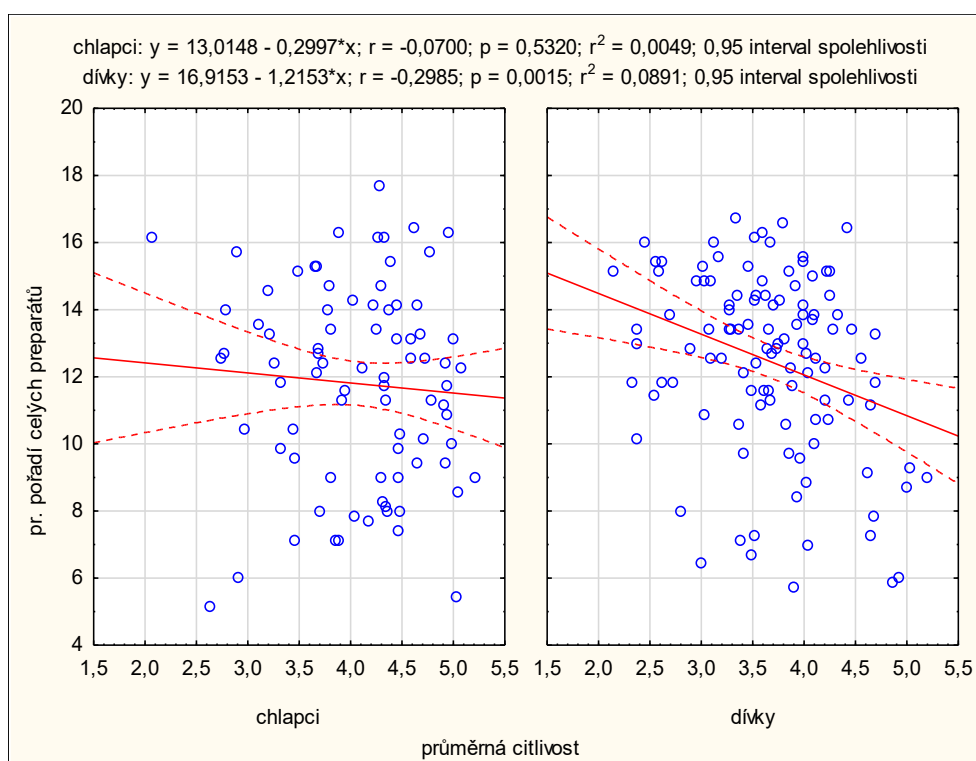
Preference pro reálné preparáty (Graf 21) u obou pohlaví respondentů negativně korelovala s jejich citlivostí vůči potenciaálně fobickým podnětům, a to i při jejich rozdělení na preparáty celkové a anatomické (Grafy 22 a 23). Žáci, kterým podle dotazníků více vadily objekty živočišného původu, hodnotili tedy reálné preparáty jako méně atraktivní. Ve všech třech případech je však korelace statisticky průkazná pouze u dívek ( $p < 0,01$ ).



**Graf 21: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

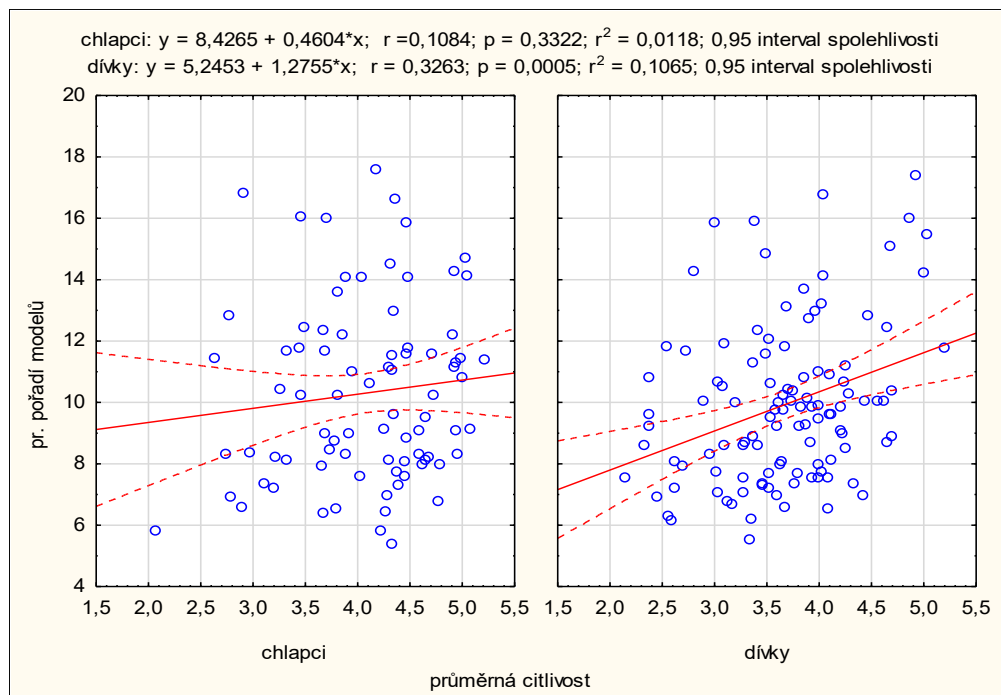


**Graf 22: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím anatomických preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

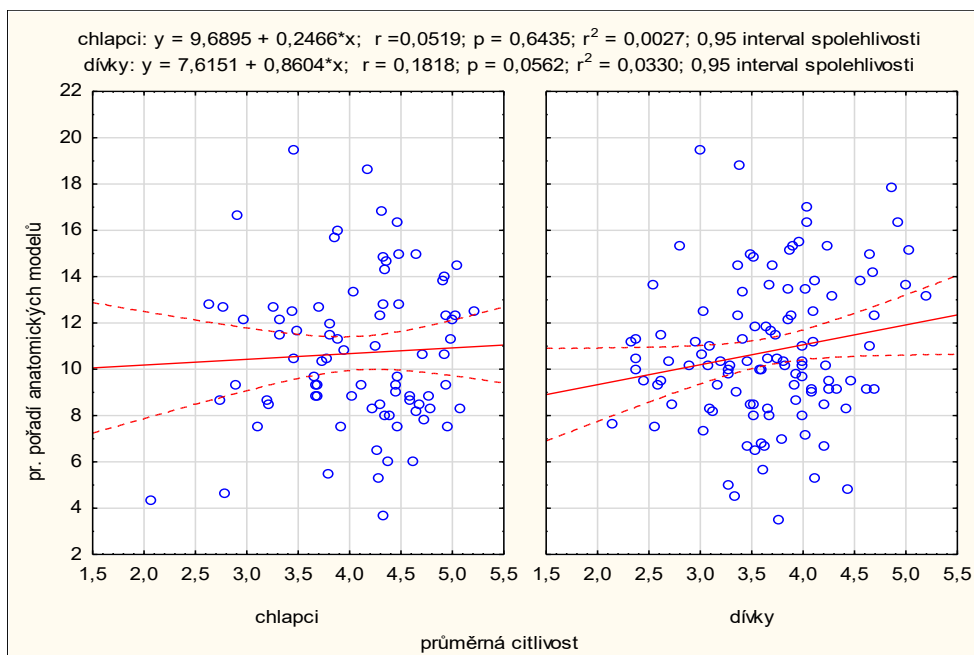


**Graf 23: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím celkových preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

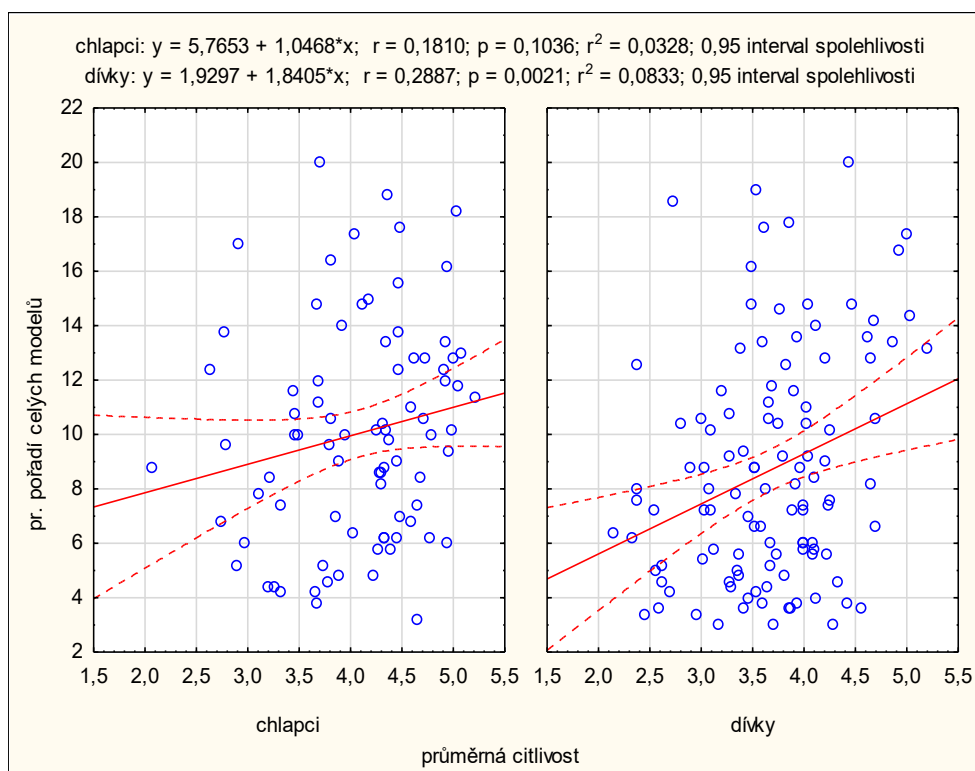
Opačného výsledku pak dosahují korelace v případě preferencí pro výukové modely (Graf 24), což se projevilo také při rozdělení na anatomické a celé (Graf 25, 26). V těchto případech se tedy jedná o pozitivní korelaci. Žáci, kterým podle dotazníků více vadily objekty živočišného původu, hodnotili výukové modely jako atraktivnější. Korelace je statisticky průkazná opět pouze u dívek, a to jen v případě modelů bez rozlišení a u celkových modelů ( $p < 0,01$ ). Korelace s preferencemi pro anatomické modely nejsou průkazné ani u jednoho pohlaví ( $p > 0,05$ ).



**Graf 24: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



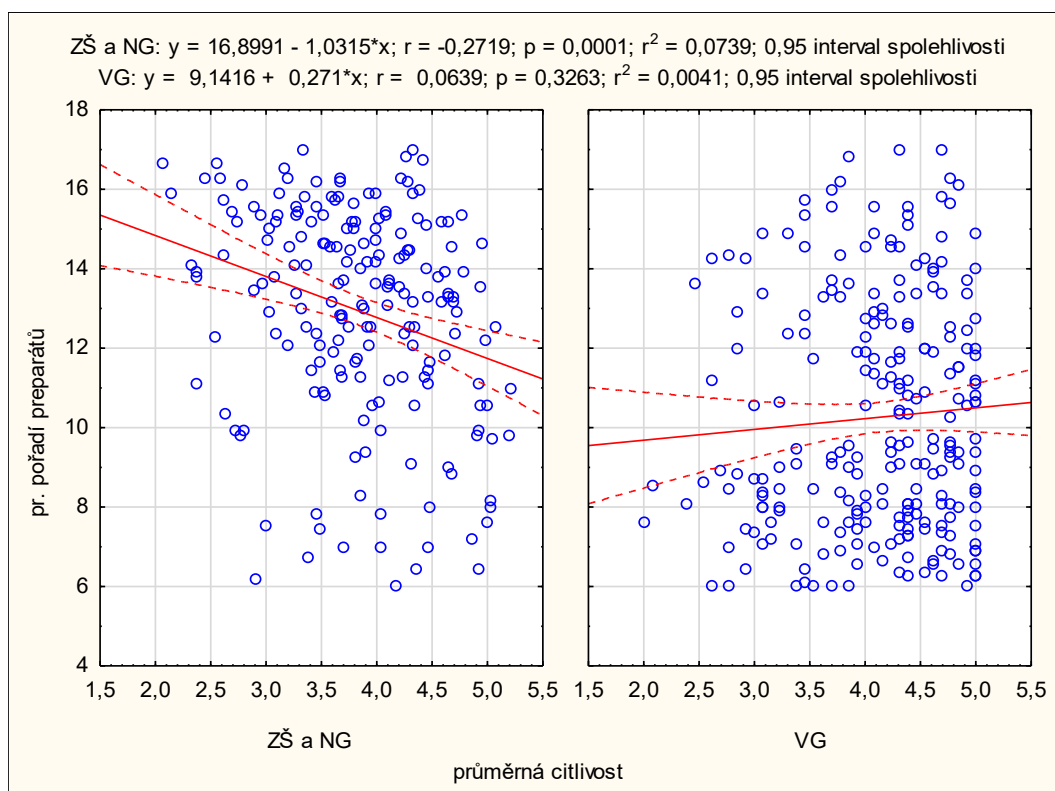
**Graf 25: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potencionálně fobické podněty a průměrným pořadím anatomických modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



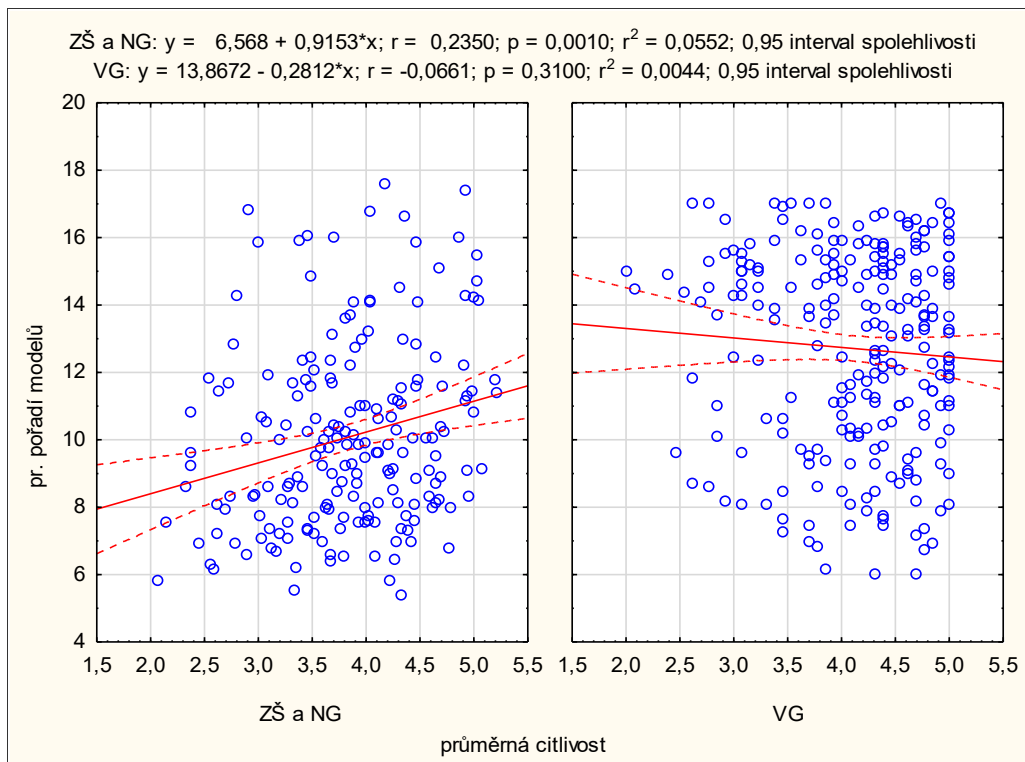
**Graf 26: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potencionálně fobické podněty a průměrným pořadím celkových modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

#### 4.5.1. Liší se výsledky žáků základní školy/nižšího stupně gymnázia od žáků vyššího stupně gymnázia?

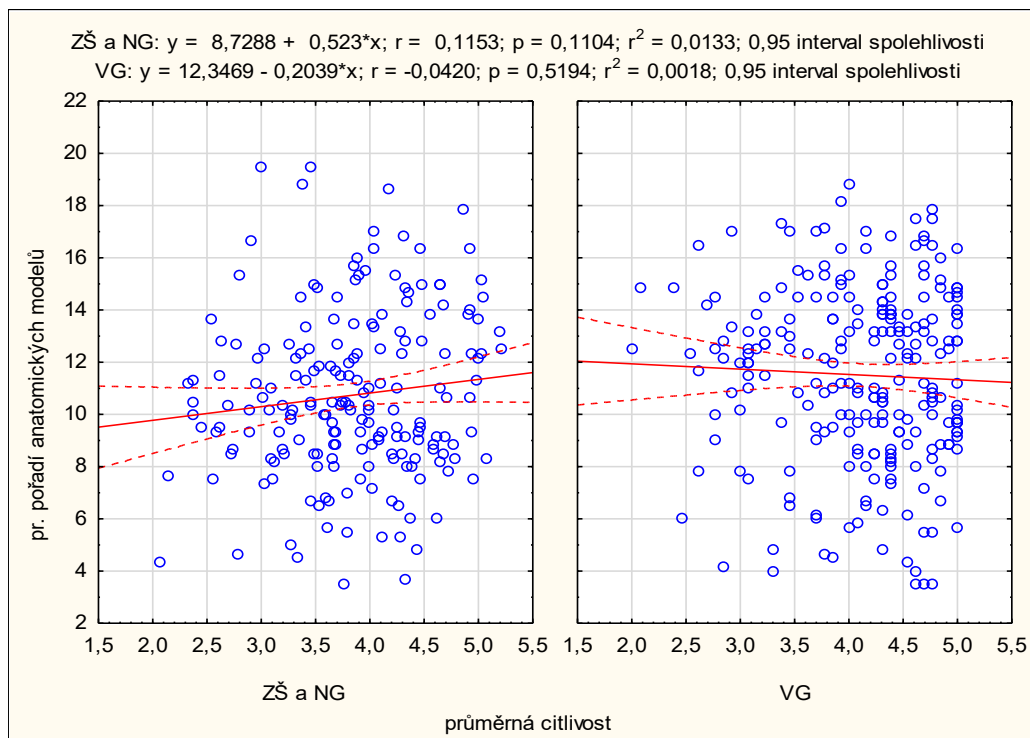
Následující grafy ukazují vztah mezi citlivostí mladších (ZŠ/NG) a starších žáků (VG) na potencionálně fobické podněty a mírou jejich preferencí pro reálné preparáty (Grafy 27, 31, 32), respektive pro výukové modely (Grafy 28, 29, 30). U mladších žáků jsou průkazné negativní korelace s preferencí reálných preparátů a průkazné pozitivní korelace s preferencemi výukových modelů ( $p < 0,01$ ). U žáků vyššího stupně gymnázia byly hodnoty korelací neprůkazné ( $p > 0,05$ ). Obdobné výsledky vyšly i při rozdělení preparátů a modelů na celkové a anatomické (Grafy 29 až 32). Korelace jsou průkazné opět jen u mladších žáků ( $p < 0,01$ ), ale ne v případě anatomických modelů ( $p = 0,11$ ).



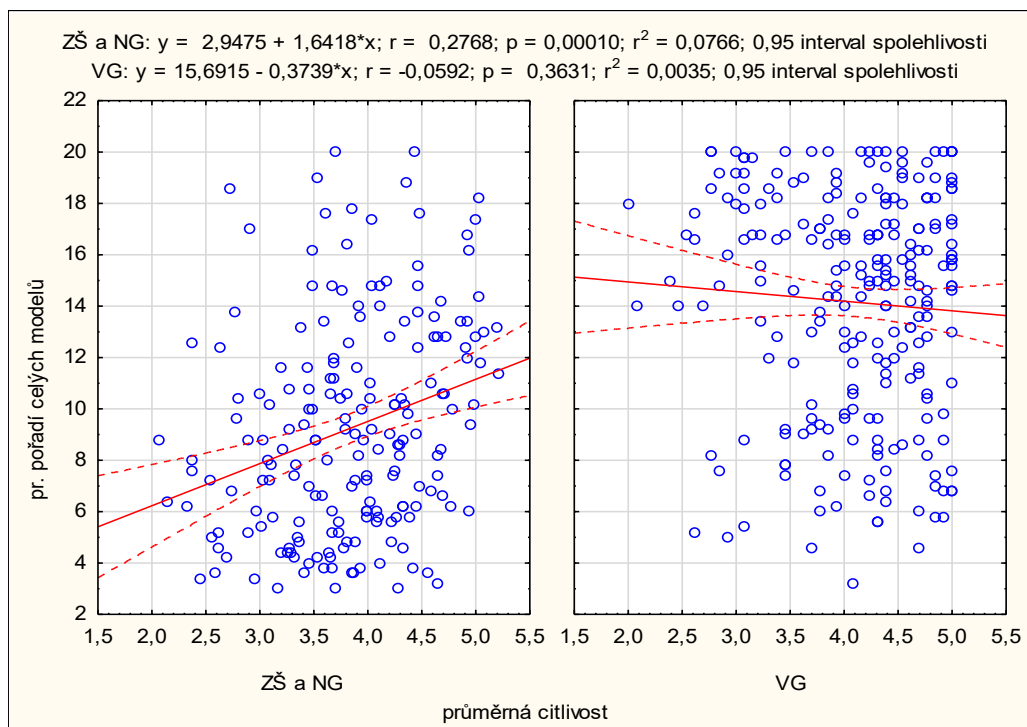
**Graf 27: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potencionálně fobické podněty a průměrným pořadím preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle stupně školy.**



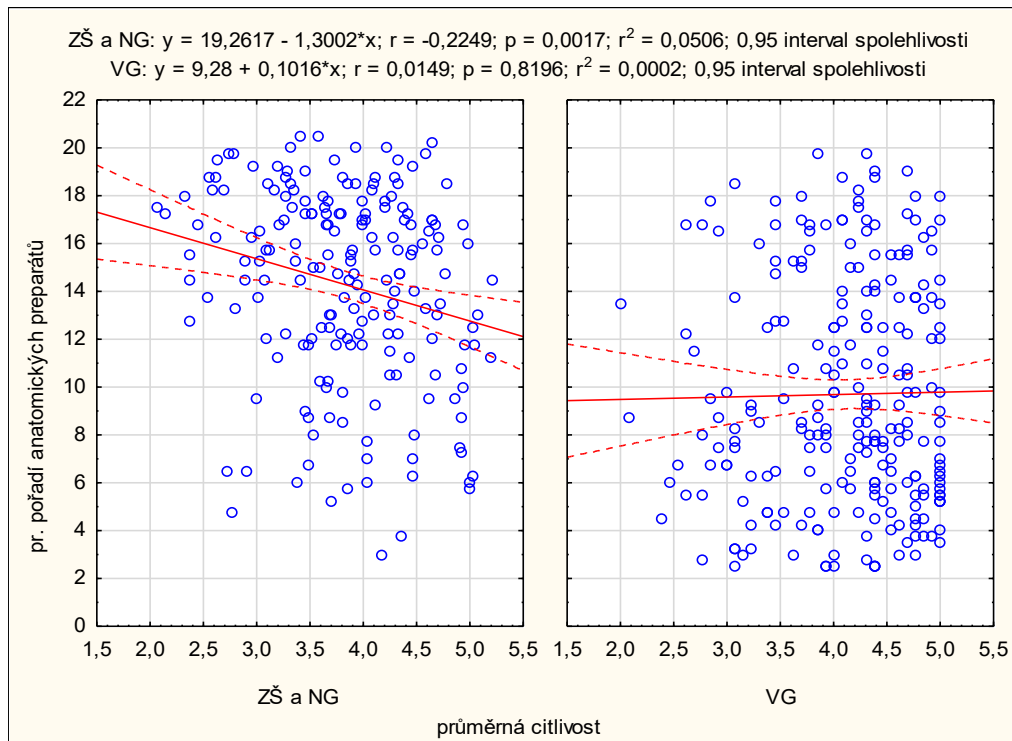
**Graf 28: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle stupně školy.**



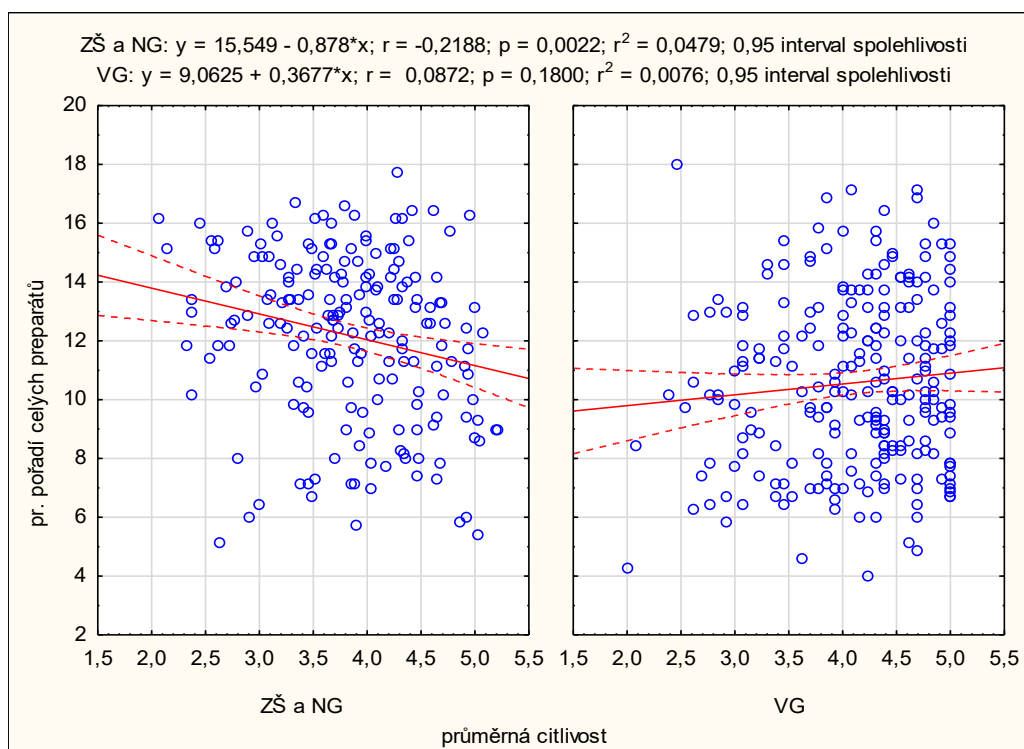
**Graf 29: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím anatomických modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle stupně školy.**



**Graf 30: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím celkových modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle stupně školy.**



**Graf 31: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím anatomických preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle stupně školy.**



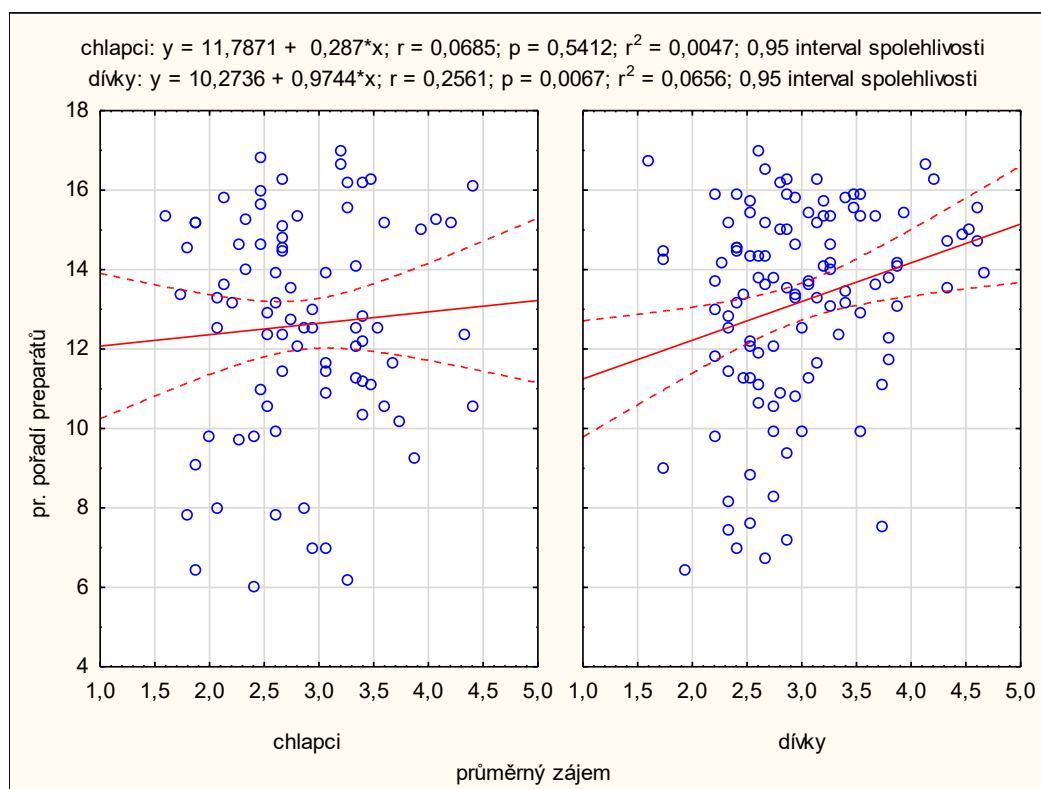
**Graf 32: Korelace mezi průměrnou citlivostí na potenciaálně fobické podněty a průměrným pořadím celkových preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle stupně školy.**



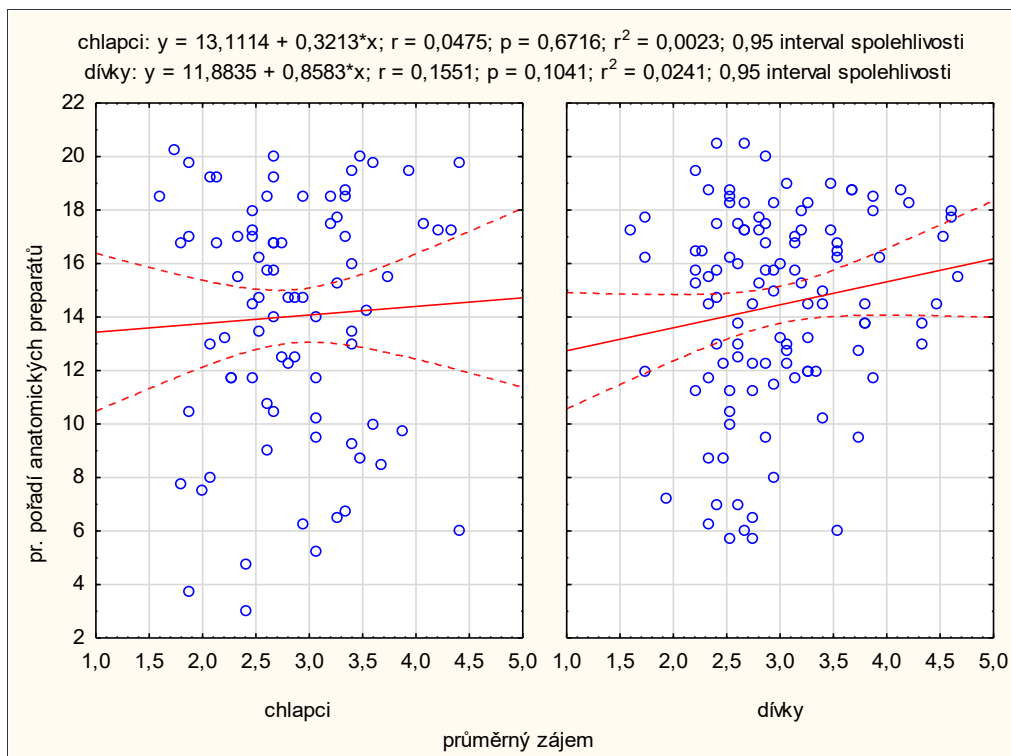
#### 4.6. Souvisí preference žáků s jejich zájmem o živočišné objekty?

Zájem žáků byl vypočítán na základě hodnot, které žáci označovali v tabulce v dotazníku pro žáky (viz příloha 8.1.). Zde posuzovali, zda je předepsané objekty zajímaví či nezajímaví, na základě číselné škály od jedné do pěti (1 – určitě zajímavá, 5 – nezajímavá). Tedy čím nižší hodnota vyšla v průměru, tím více byl daný objekt pro žáky zajímavý. Pro další analýzy byla použita průměrná hodnota zájmu vypočítaná ze všech 13 objektů v tabulce.

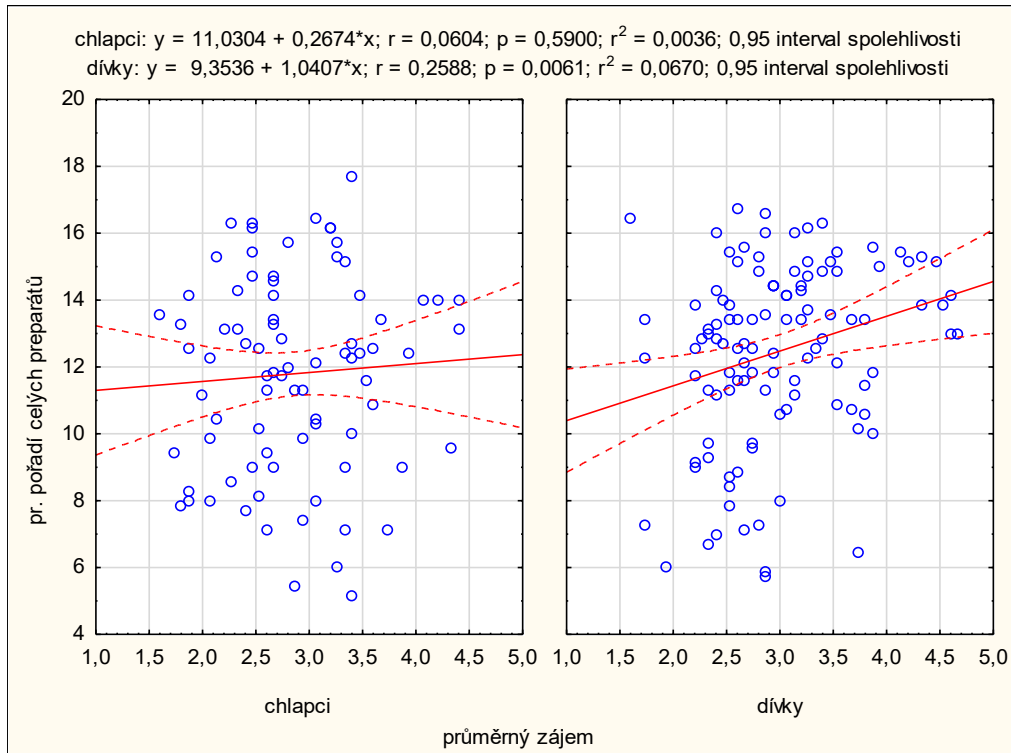
Na Grafu 33 můžeme vidět, že mezi zájmem o potenciálně fobické objekty a pořadím preparátů v preferenčním testu je pozitivní korelace. Žáci s větším zájmem o objekty živočišného původu tedy hodnotili reálné preparáty jako atraktivnější. Průkazné hodnoty mají však jen výsledky u dívek ( $p < 0,01$ ), u chlapců je tato korelace neprůkazná. Pokud preparáty rozdělíme na celé a anatomické, tak se ukáže opět v obou případech pozitivní korelace (Graf 34 a 35). Tentokrát je průkazná korelace jen s preferencemi celkových preparátů u dívek ( $p < 0,01$ ).



**Graf 33: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

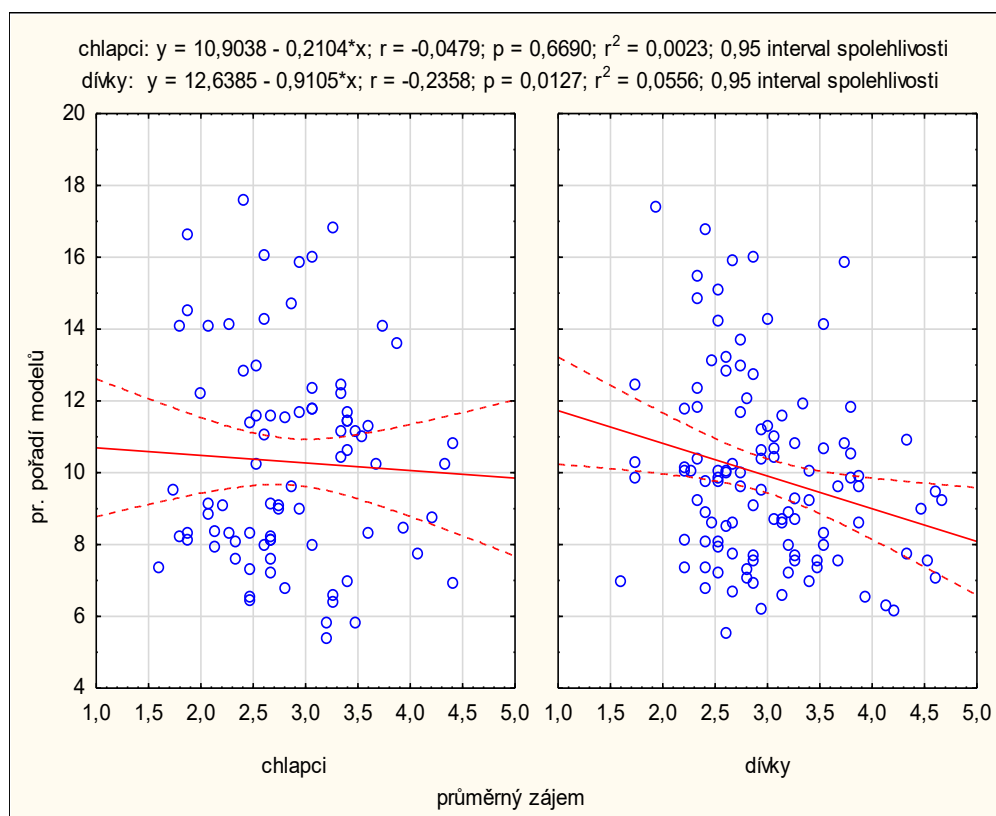


**Graf 34: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím anatomických preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

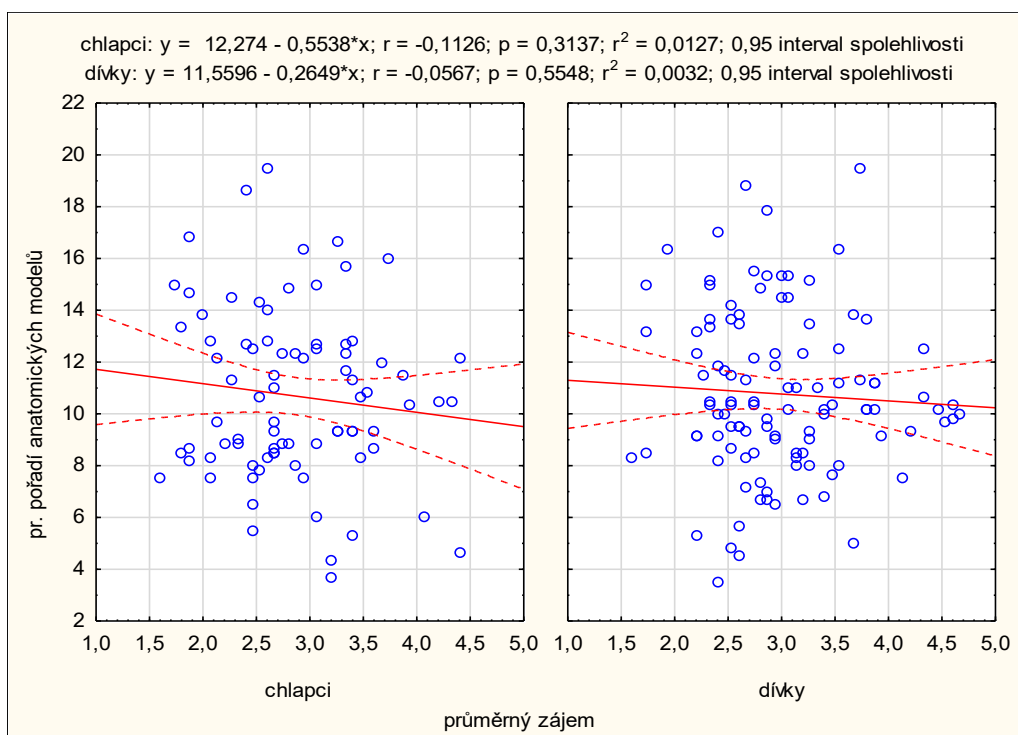


**Graf 35: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím celkových preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

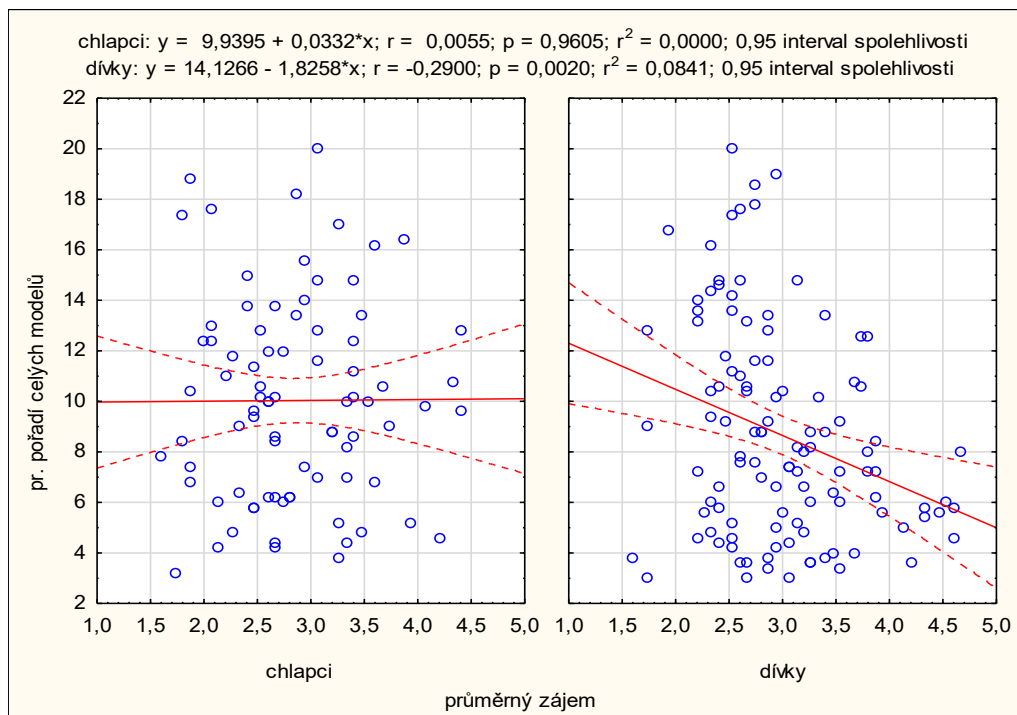
Korelace mezi zájmem o potenciálně fobické objekty živočišného původu a preferencemi je pak v případě modelů negativní (Graf 36). Žáci, kteří v dotazníku projevili větší zájem o potenciálně fobické objekty, hodnotili v preferenčním testu modely jako méně atraktivní. Průkazné hodnoty jsou však opět jen u dívek ( $p < 0,05$ ). Modely rozdělené na anatomické a celé pak ukazují stejnou hodnotu korelace (Grafy 37, 38). Jediný rozdíl je u celkových modelů u chlapců, kde vychází mírně kladná korelace, ale tyto hodnoty nejsou statisticky průkazné, stejně tak jako u anatomických preparátů. Statisticky průkazné jsou pouze negativní hodnoty korelací zájmu o potenciálně fobické podněty s preferencemi pro celkové modely u dívek ( $p < 0,01$ ).



**Graf 36: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



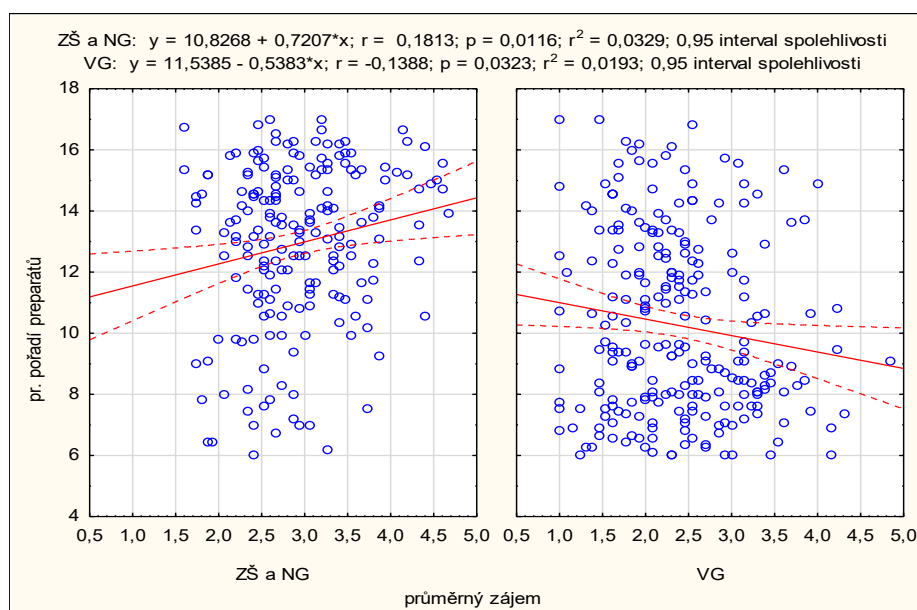
**Graf 37: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím anatomických modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



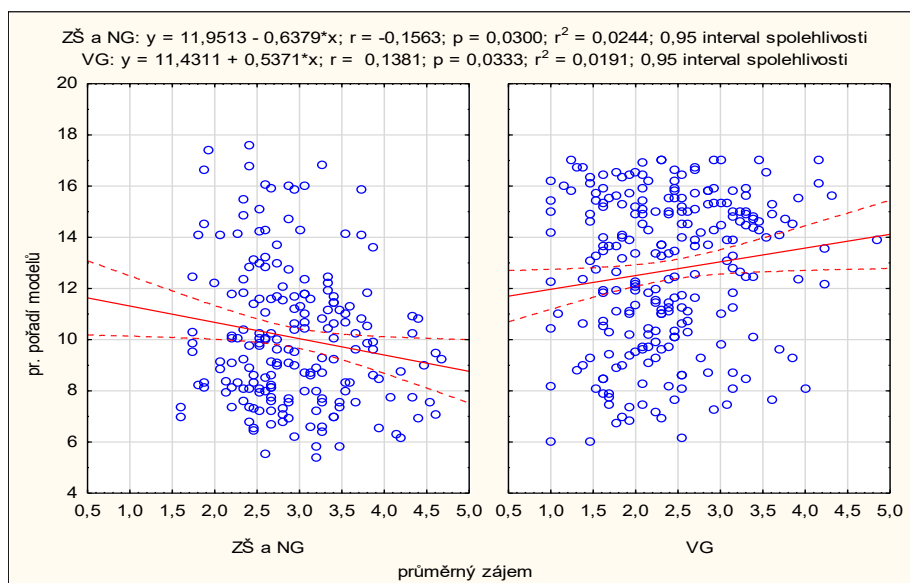
**Graf 38: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím celkových modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

#### 4.6.1. Liší se výsledky žáků základní školy/nižšího gymnázia od studentů vyššího gymnázia?

Podobně jako v případě citlivosti, vyšly při porovnání zájmu o objekty živočišného původu vyjádřeného v dotaznících a preferencí zaznamenaných v preferenčních testech u mladších (ZŠ/NG) a starších (VG) žáků opačné korelace. U mladších žáků byla korelace zájmu a preferencí pozitivní v případě preparátů a negativní v případě modelů. Starší žáci vykazují opačné hodnoty. (Grafy 39, 40) V tomto případě ve všech čtyřech případech vyšly průkazné hodnoty ( $p < 0,05$ ).

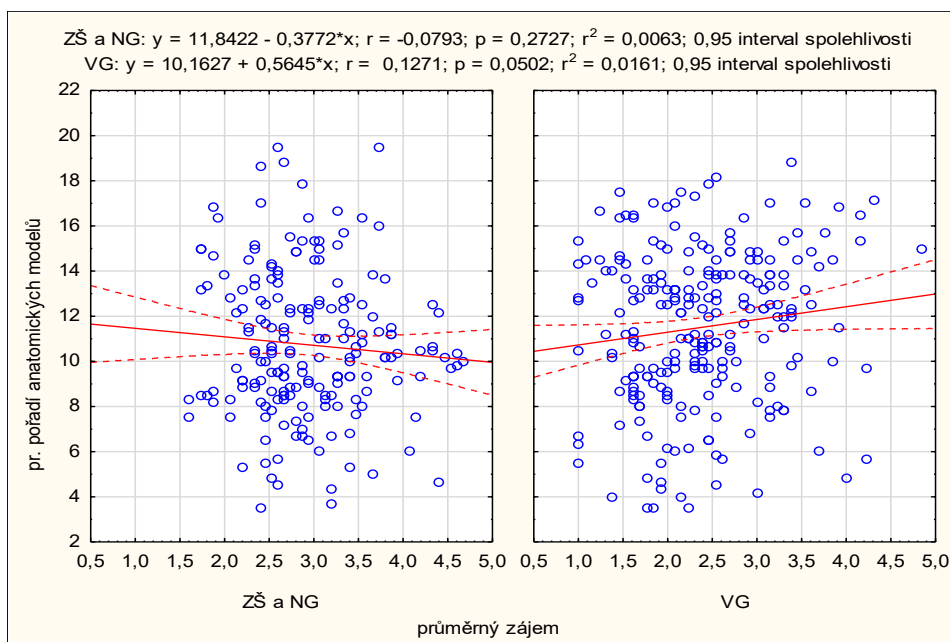


**Graf 39: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

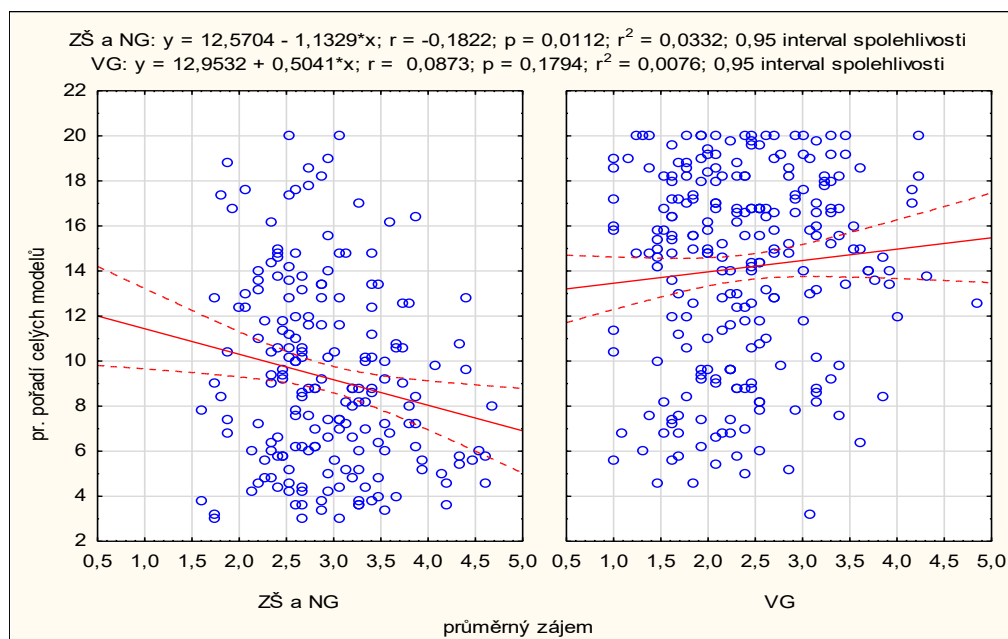


**Graf 40: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

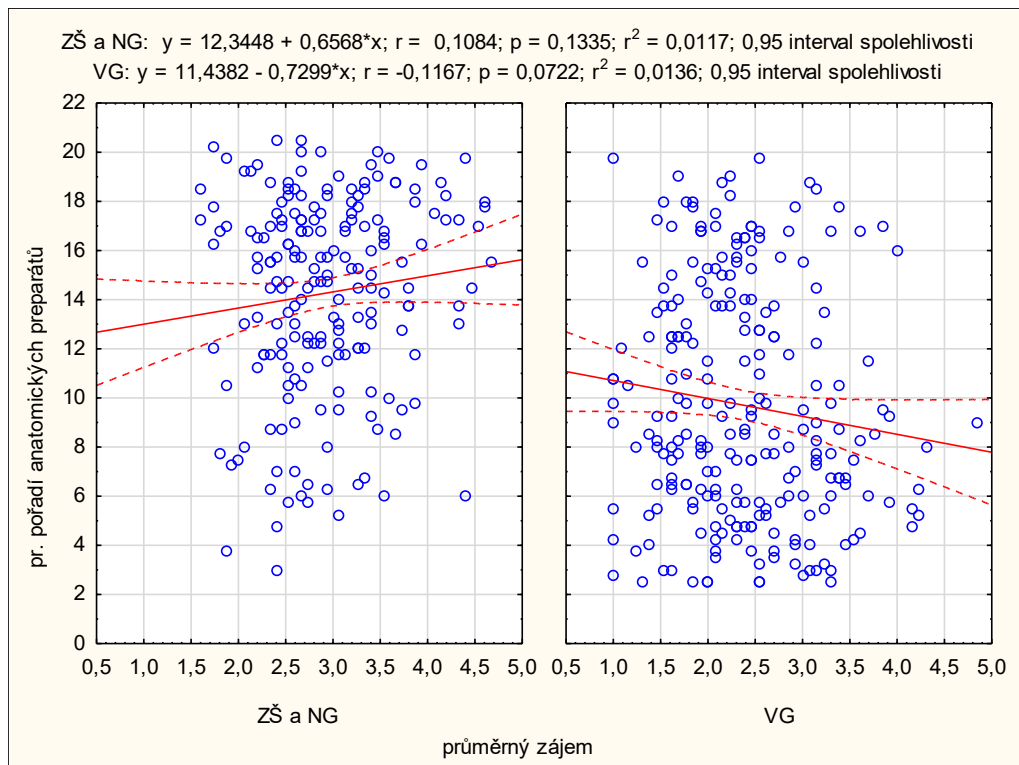
Při rozdělení preparátů a modelů na anatomické a celkové, je pak korelace zájmu a preference také vždy opačná (Grafy 41 až 44). Mladším žákům vyšla pozitivní korelace u celkových i anatomických preparátů, průkazně pouze u celkových preparátů ( $p < 0,05$ ) a negativní korelace pak u celkových i anatomických modelů, průkazná byla opět jen hodnota u celkových modelů ( $p < 0,05$ ). Starší žáci pak měli opačné korelace ve všech čtyřech případech, ale žádný výsledek není statisticky průkazný ( $p > 0,05$ ).



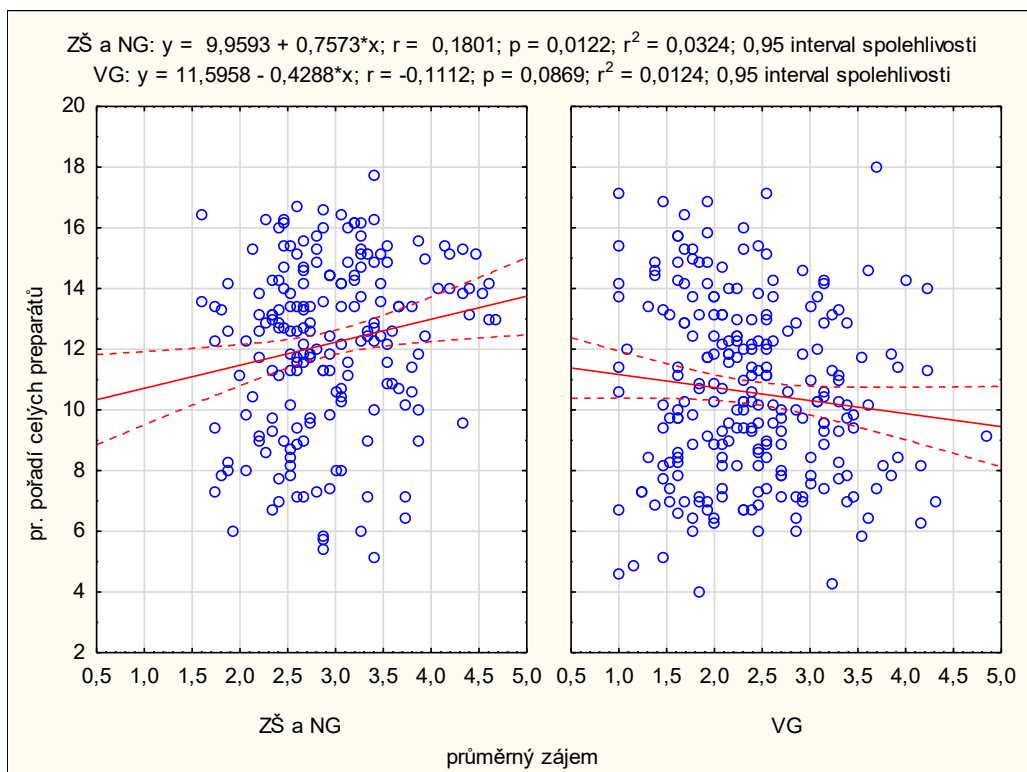
**Graf 41: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím anatomických modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



**Graf 42: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím celkových modelů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



**Graf 43: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím anatomických preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**



**Graf 44: Korelace mezi zájmem o objekty živočišného původu a průměrným pořadím celkových preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů podle pohlaví.**

### Shrnutí jednotlivých korelací:

V tabulce 5 pak můžeme vidět celkové shrnutí jednotlivých korelací jednak mezi zájmem o živočišné objekty a průměrného pořadí v preferenčním testu, rozdělených dle pohlaví mladších žáků a pak v porovnání jednotlivých stupňů škol (ZŠ/NG a VG). Totéž rozdělení je znázorněno i pro jednotlivé výsledky korelací citlivosti na potencionálně fobické podněty a pořadí v preferenčním testu. Zároveň jsou odlišeny statisticky průkazné výsledky ( $p < 0,05$ , respektive  $p < 0,01$ ).

### Tabulka 5: Shrnutí jednotlivých korelací u všech kategorií výzkumu.

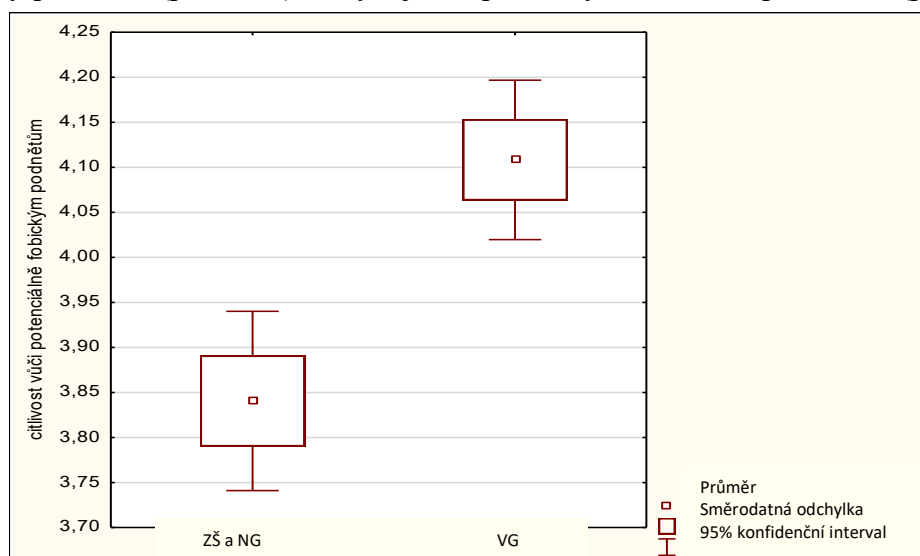
Symbol: + značí pozitivní korelaci a symbol: - negativní. Červená barva symbolu značí vysokou statistickou průkaznost ( $p < 0,01$ ), zelená průkazné výsledky ( $p < 0,05$ ) a černá neprůkazné ( $p > 0,05$ ).

Typ objektu	Zájem/preference				Citlivost/preference			
	Pohlaví		Stupeň školy		Pohlaví		Stupeň školy	
	Chlapec	Dívka	ZŠ/NG	VG	Chlapec	Dívka	ZŠ/NG	VG
Model	-	-	-	+	+	+	+	-
Anatomický model	-	-	-	+	+	+	+	-
Celkový model	+	-	-	+	+	+	+	-
Preparát	+	+	+	-	-	-	-	+
Anatomický preparát	+	+	+	-	-	-	-	+
Celkový preparát	+	+	+	-	-	-	-	+



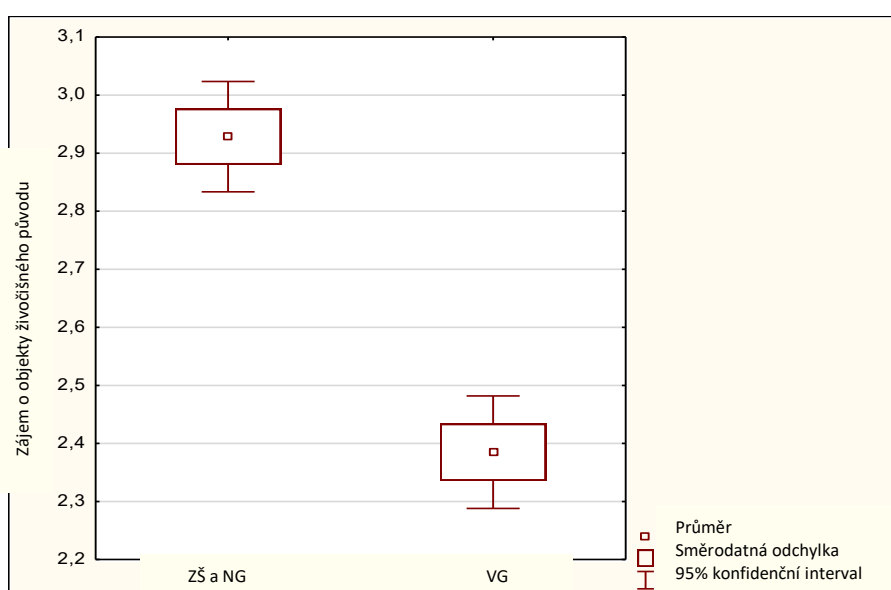
### Porovnání průměrné citlivosti a zájmu mezi stupni škol:

Graf 45 ukazuje průměrné hodnoty citlivosti na potenciálně fobické podněty žáků obou zkoumaných stupňů škol. Ukazuje, že mladší žáci jsou celkově více citliví, průměrné hodnocení objektů je nižší (více jim vadí). Zjištěné hodnoty jsou vysoce statisticky průkazné ( $p < 0,001$ ), nebyl zjištěn průkazný rozdíl mezi pohlavími ( $p = 0,09$ ).



**Graf 45: Průměrná citlivost na potenciálně fobické podněty u studentů základních škol/nížšího gymnázia a vyššího stupně gymnázia. ( $p < 0,001$ )**

V případě zájmu o objekty živočišného původu vidíme z Grafu 46, že mladší žáci mají celkově nižší zájem o tyto objekty. Průměrná hodnota je vyšší než u starších žáků. Zjištěné hodnoty jsou vysoce statisticky průkazné ( $p < 0,001$ ), nebyl zjištěn průkazný rozdíl mezi pohlavími ( $p = 0,09$ ).



**Graf 46: Průměrný zájem o objekty živočišného původu u studentů základních škol/nížšího gymnázia a vyššího stupně gymnázia. ( $p < 0,001$ )**

## 5. Diskuze

Předposlední kapitola této práce shrne získané výsledky a porovná je s dostupnými literárními zdroji. Jak již bylo zmíněno v úvodu, zaměřil jsem se především na moderní trendy ve výuce (VR, 3D tisk). Samotné téma výukových pomůcek je již detailně popsáno a diskutováno v pracích Sailerové (2014) a Šibravové (2016). Výsledky tedy porovnám a uvedu spíše do kontextu s moderními přístupy. Samotná kapitola je kvůli přehlednosti rozdělena na jednotlivé výzkumné otázky, stejně jako v kapitole Výsledky.

### **Preferují žáci druhého stupně základních škol a nižšího stupně gymnázia 3D modely nebo reálné zoologické preparáty?**

Na základě mého výzkumu se ukázalo, že žáci základních škol/nižšího stupně gymnázií preferují výukové 3D modely před reálnými preparáty, to i v případě podrobnějšího rozdělení na jednotlivé položky v preferenčním testu, ve kterém vyšly vždy jako atraktivnější varianty modelu. Na rozdíl od žáků vyššího stupně gymnázií, kde preferují reálné preparáty (Šibravová, 2016). Tento výsledek dle mého ukazuje na to, že mladší žáci si raději danou pomůcku detailněji prohlédnou. 3D modely nabízejí lepší možnost různých pohledů na daný objekt než reálné preparáty uzavřené ve válcích, což pro uživatele může být zajímavější. Tuto domněnku potvrzují i studie Ozoka a Komlodi (2009) a Lee a kol. (2012), které zkoumaly marketingové preference u uživatelů internetových obchodů. V těchto studiích se ukázalo, že objekty ve 3D nesou více informací než 2D objekty, jsou více zábavné a celkově lákavější. Výhodu virtuálních 3D modelů kvůli možnosti je pozorovat pod různými úhly zmiňují také Schwann a Pepenmeier (2017). Hampp a Schwann (2015) totéž ukazují i na příkladu science center, kde je pro návštěvníky vhodnější využít v expozici modely, které si mohou sami vyzkoušet, než jen uložené exponáty za sklem ve vitrínách. Tento závěr může být analogií pro reálné zoologické preparáty, které jsou také uloženy za sklem v kapalinovém válci. V neposlední řadě ve studii Lima a kol. (2016) a Vaccarezza (2015) je na příkladu využívání 3D modelů kostí při výuce mediků ukázáno, že tyto modely pomáhají studentům k lepším výsledkům testů než biologický materiál. Zjištění, že žáci preferují modely před reálnými preparáty, pak otevírá i nové možnosti výukových metod. Kupříkladu zapojení 3D tisku do výroby výukových modelů vede nejen k jejich snazší dostupnosti, ale i zatraktivnění přírodních věd pro technicky založené žáky (Ford, Minshall, 2019).

### **Jsou atraktivnější preparáty a modely anatomické nebo preparáty a modely celých živočichů?**

Při rozdělení do čtyř kategorií na preparáty/modely anatomické a celkové, také vycházejí v mém výzkumu celkově nejlépe modely, bez ohledu na toto rozdělení. Nejvíce atraktivní jsou pro žáky pak modely celých živočichů. Tedy ty, které reprezentují celého živočicha, tak jak ho můžeme běžně pozorovat. Nejméně atraktivní jsou anatomické preparáty, reprezentující orgán či celou anatomii daného živočicha. Ukazuje se tedy, že mladší žáci celkově preferují pomůcky, které nenesou tolik informací například o stavbě těla, či znázorňují nějaké detailní struktury. Tedy ačkoliv jsou 3D modely pro žáky atraktivnější a žáci si je mohou prohlížet ze všech stran, což je představeno v předchozí otázce, preferují zřejmě spíše možnost si daného živočicha prohlédnout, než zkoumat jeho anatomické detaily.

### **Liší se preference žáků na základní škole a nižším stupni gymnázia od žáků vyššího stupně gymnázií?**

Porovnání výsledků mé studie a výsledků práce Šibravové (2016) ukazuje opačné trendy preferencí modelů a reálných preparátů. Žáci druhého stupně ZŠ a nižšího stupně gymnázia preferují modely, zatímco žáci vyššího stupně gymnázia reálné preparáty. Ukazuje se tedy, že se preference u žáků během studia mění. Již v úvodu jsem zmínil, že jedním z cílů této práce je také zjistit, zda je potřeba měnit zejména u učitelů na víceletých gymnáziích, využívání různých typů výukových pomůcek u různých věkových kategorií. Na základě tohoto zjištění se jeví to, že v případě výuky mladších žáků je vhodnější využívat spíše 3D modely. Záleží samozřejmě i na schopnostech učitele a na didaktickém využití modelu (Skalková, 2007). Model by neměl být jen rekvizitou při výkladu. Pokud například využijeme model jako pomůcku k vlastnímu poznání, vede to u žáků k lepšímu zapamatování (viz Daleho kužel) (Davis, 2015).

Zároveň můžeme toto využití opřít o pracovní list, který vytvoří osnovu (Krombass, Harms, 2008) a který může být i online, což bude pro žáky atraktivnější (Sung a kol., 2010). V kontrastu s tím je pak výuka u starších žáků, kde se ukázala jasná preference reálných preparátů. Zde se tedy potvrzují výsledky studie Schwanna a kol. (2016), provedené v muzejním prostředí, ukazující, že reálné exponáty získají více pozornosti a jsou i lépe zapamatovány, než jen reprodukce (v případě této studie fotografie). Ale i v tomto případě záleží na využití preparátu. Pokud mohou žáci samostatně poznávat reálné předměty, osvojí si mnohé poznatky a dovednosti (Stavrova, Urhahne, 2010).

### **Liší se preference mezi pohlavími?**

Vliv pohlaví na celkové preference prokázán nebyl. Chlapci i dívky na druhém stupni ZŠ a na nižším stupni gymnázia preferovali modely, a to i v případě jejich rozdělení na anatomické a celkové. Při rozdělení na jednotlivé objekty se mezi pohlavími neobjevily statisticky průkazné rozdíly. Pouze v případě modelu motýla bylo statisticky průkazné lepší hodnocení u dívek. U tohoto objektu hrají, dle mého názoru, roli celkové preference dívek, u kterých je často motýl symbolem krásy apod. I při porovnání modelů a preparátů vychází motýl nejlépe a není ani mezi těmito kategoriemi průkazný rozdíl. Naopak objekty reprezentující celou žábu, anatomii žáby, srdce a mloka mají u dívek statisticky průkazné rozdíly, kde jsou jasně preferované modely oproti reálným preparátům. Podobně je tomu i u chlapců, kde však průkazné rozdíly vyšly u anatomie žáby a pak oka. Zde pak hrají pravděpodobně roli fobické podněty, kdy došlo ke znechucení nad reálnými preparáty. Toto mé tvrzení i potvrzuje průběh samotného preferenčního testu, kdy u některých jedinců docházelo k hlasitějším projevům znechucení. Podrobněji je pak citlivost rozebrána v následující otázce.

### **Souvisí preference žáků s jejich citlivostí na potenciaálně fobické podněty?**

Statisticky průkazná závislost mezi citlivostí na potenciaálně fobické podněty s preferencemi pro modely oproti reálným preparátům byla v mém výzkumu prokázána pouze u dívek. Obdobné výsledky vyšly Sailerové (2014), kdy citlivější jedinci hodnotí lépe fotografie živých jedinců než reálné preparáty. Ve srovnání s citlivostí starších žáků (Šibravová, 2016) pak vycházejí opačné hodnoty korelací s preferencemi, ale výsledky jsou statisticky průkazné jen u mladších žáků.

### **Souvisí preference žáků s jejich zájmem o živočišné objekty?**

V případě zájmu o objekty živočišného původu byla opět zjištěna statisticky průkazná korelace s preferencemi pouze u dívek. Dívky s větším zájmem preferovaly preparáty před modely. Podobné výsledky lze pak najít opět u Sailerové (2014) - žáci s větším zájmem o potenciaálně fobické podněty živočišného původu hodnotili preparáty jako atraktivnější než fotografie živých jedinců v jejich přirozeném prostředí.

Celkově se při porovnání mých dat s daty Šibravové (2016) ukázalo, že mladší žáci mají menší zájem o potenciaálně fobické objekty živočišného původu a vyšší hodnoty citlivosti vůči nim.

## 6. Závěr

Ve své diplomové práci jsem se věnoval preferencím k výukovým pomůckám v přírodopisu u žáků 2. stupně základních škol (6. a 7. třída) a příslušných ročníků u nižšího stupně gymnázií (prima a sekunda). Zaměřil jsem se na preference výukových pomůcek - reálných preparátů (typicky v kapalinových válcích) a 3D výukových modelů, reprezentující celého živočicha či jen jeho část (orgán, anatomii). Hlavním cílem bylo navázat na předešlý výzkum realizovaný na vyšším stupni gymnázií (Šibravová, 2016), rozšířit soubor získaných dat a porovnat výsledky obou studií.

V literárním přehledu jsem se zaměřil na moderní trendy ve výuce jako například využití virtuální reality a 3D tisku jako výukových pomůcek. Dále pak na vzdělávací potenciál muzejních exponátů a jejich využití při školní exkurzi.

Samotný výzkum byl postavený na metodice z předchozího výzkumu Šibravové (2016). Bylo nutné pouze přeformulovat některé pojmy v dotazníku pro věkovou úroveň respondentů. Data jsem získal od 193 žáků z jedné základní školy (4 třídy) a jednoho gymnázia (3 třídy) v Praze. Získaná data pak byla zpracována v programu MS Excel a Statistica. Vše jsem následně okomentoval v kapitole Výsledky a shrnul v kapitole Diskuze.

Mezi hlavní zjištění pak patří, že se preference žáků v průběhu školních let mění. Na základní škole preferují žáci výukové modely a na vyšším stupni gymnázia naopak reálné preparáty. Ve všech kategoriích mého výzkumu vycházely přesně opačné hodnoty než u Šibravové (2016).

Tato práce by se mohla stát inspirací pro učitele zejména víceletých gymnázií, kteří vyučují různé věkové kategorie žáků. Celkově může motivovat k častějšímu využívání modelů živočichů ve výuce. Zároveň jsou zde nastíněné aktuální trendy ve vyučování (virtuální realita, 3D tisk), které se mohou stát inspirací nejen pro budoucí výzkum, ale i celkové směřování českého školství.

## 7. Zdroje

- AbouHashem, Y., Dayal, M., Savanah, S., & Štrkalj, G. (2015): The application of 3D printing in anatomy education. *Medical Education Online*, 20(1), 29847.
- Adams, J. W., Paxton, L., Dawes, K., Burlak, K., Quayle, M., & McMenamin, P. G. (2015): 3D printed reproductions of orbital dissections: a novel mode of visualising anatomy for trainees in ophthalmology or optometry. *British Journal of Ophthalmology*, 99(9), 1162-1167.
- Akciz, S. O., & Thurmond, J. (2018): 3-D Printed Geologic Block Models to Improve Spatial Thinking Skills in Earth Sciences Courses. In: *AGU Fall Meeting Abstracts*.
- Bamberger, Y., & Tal, T. (2008): Multiple outcomes of class visits to natural history museums: The student's view. *Journal of Science Education and Technology*, 17(3), 274-284.
- Bernhard, J. C., Isotani, S., Matsugasumi, T., Duddalwar, V., Hung, A. J., Suer, E., ... & Hu, B. (2016): Personalized 3D printed model of kidney and tumor anatomy: a useful tool for patient education. *World Journal of Urology*, 34(3), 337-345.
- Bodzin, A. M., Anastasio, D., & Kulo, V. (2014): Designing Google Earth activities for learning Earth and environmental science. In: *Teaching science and investigating environmental issues with geospatial technology* (pp. 213-232). Springer, Dordrecht.
- Buehler, E., Comrie, N., Hofmann, M., McDonald, S., & Hurst, A. (2016): Investigating the implications of 3D printing in special education. *ACM Transactions on Accessible Computing (TACCESS)*, 8(3), 11.
- Çaliskan, O. (2011): Virtual field trips in education of earth and environmental sciences. *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 15, 3239-3243.
- Canessa, E., Fonda, C., Zennaro, M., & Deadline, N. (2013): Low--cost 3D printing for science, education and sustainable development. *Low-Cost 3D Printing*, 11.
- Cockburn, A., & McKenzie, B. (2004): Evaluating spatial memory in two and three dimensions. *International Journal of Human-Computer Studies*, 61(3), 359-373.

- Dascal, J., Reid, M., IsHak, W. W., Spiegel, B., Recacho, J., Rosen, B., & Danovitch, I. (2017): Virtual reality and medical inpatients: a systematic review of randomized, controlled trials. *Innovations in Clinical Neuroscience*, 14(1-2), 14.
- Davis, B., & Summers, M. (2015): Applying Dale's Cone of Experience to increase learning and retention: A study of student learning in a foundational leadership course. In: *Engineering Leaders Conference 2014 on Engineering Education*, Vol. 2015, No. 4, p. 6, HBKU Press.
- Desgranges, B., Lecouvey, G., Morand, A., Gonneaud, J., Piolino, P., Orriols, E., ... & Eustache, F. (2019): An impairment of prospective memory in mild Alzheimer's disease: A ride in a virtual town. *Frontiers in Psychology*, 10, 241.
- Dostál, J. (2013): Badatelsky orientovaná výuka jako trend soudobého vzdělávání. *E-pedagogium*, 3, 81-93.
- Falk, J. H., & Dierking, L.D. (2018): *Learning from museums*. Rowman & Littlefield. 294 str.
- Ford, S., & Minshall, T. (2019): Invited review article: Where and how 3D printing is used in teaching and education. *Additive Manufacturing*, 25, 131-150.
- Gebru, T., Krause, J., Wang, Y., Chen, D., Deng, J., Aiden, E. L., & Fei-Fei, L. (2017): Using deep learning and Google Street View to estimate the demographic makeup of neighborhoods across the United States. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 114(50), 13108-13113.
- Girgin, M. (2017): Use of Games in Education: GeoGuessr in Geography Course. *International Technology and Education Journal*, 1(1), 1-6.
- Griffin, J. (2004): Research on students and museums: Looking more closely at the students in school groups. *Science Education*, 88(S1), S59-S70.
- Hampp, C., & Schwan, S. (2015): The role of authentic objects in museums of the history of science and technology: Findings from a visitor study. *International Journal of Science Education*, Part B, 5(2), 161-181.

Hirsch, P., & Lloyd, K. (2005): Real and virtual experiential learning on the Mekong: Field schools, e-sims and cultural challenge. *Journal of Geography in Higher Education*, 29(3), 321-337.

Horowitz, S. S., & Schultz, P. H. (2014): Printing space: Using 3D printing of digital terrain models in geosciences education and research. *Journal of Geoscience Education*, 62(1), 138-145.

Chaudron S., Di Gioia R., Gemo M. (2018): Young children (0-8) and digital technology, a qualitative study across Europe; *EUR 2907*, European Commission.

Lee, K. Y., Li, H., & Edwards, S. M. (2012): The effect of 3-D product visualisation on the strength of brand attitude. *International Journal of Advertising*, 31(2), 377-396.

Lim, K. H. A., Loo, Z. Y., Goldie, S. J., Adams, J. W., & McMenamain, P. G. (2016): Use of 3D printed models in medical education: A randomized control trial comparing 3D prints versus cadaveric materials for learning external cardiac anatomy. *Anatomical Sciences Education*, 9(3), 213-221.

Lin, C. (2015): 3D food printing: a taste of the future. *Journal of Food Science Education*, 14(3), 86-87.

Lin, M. C., Tutwiler, M. S., & Chang, C. Y. (2011): Exploring the relationship between virtual learning environment preference, use, and learning outcomes in 10th grade earth science students. *Learning, Media and Technology*, 36(4), 399-417.

Kipping, B., Rodger, S., Miller, K., & Kimble, R. M. (2012): Virtual reality for acute pain reduction in adolescents undergoing burn wound care: a prospective randomized controlled trial. *Burns*, 38(5), 650-657.

Kisiel, J. F. (2003): Teachers, museums and worksheets: A closer look at a learning experience. *Journal of Science Teacher Education*, 14(1), 3-21.

Králíček I. & Bílek M. (2008): Exkurze jako stěžejní organizační forma výuky v muzejní didaktice. [cit. 15. 11. 2019].

Dostupné z: [http://pdf.uhk.cz/muzdid/materialy/Exkurze\\_kralicek\\_bilek.pdf](http://pdf.uhk.cz/muzdid/materialy/Exkurze_kralicek_bilek.pdf)



- Krombass, A., & Harms, U. (2008): Acquiring knowledge about biodiversity in a museum—are worksheets effective?. *Journal of Biological Education*, 42(4), 157-163.
- Krstanov, Z. (2019): Česko je Silicon Valley virtuální reality. Proč se o tom nemluví? *Forbes Česko*, 7/2019, Praha.
- Minocha, S. (2013): 3D virtual geology field trips. In: *2nd Monthly International Workshop on Science Exhibits in online 3D environment, Abyss Observatory in Second Life*.
- Muhammad, G., Hussain, M., Al-Hammadi, M., Aboalsamh, H., Mathkour, H., & Malik, A. S. (2016): Short-term and long-term memory analysis of learning using 2D and 3D educational contents. *Behaviour & Information Technology*, 35(11), 958-967.
- NPC- National Park Service. (2001): Using Museum Collections in Exhibits. In: *Museum Handbook*, Chapter 7, Part III: Access and Use. Washington, DC: National Park Service and GPO.
- Oh, Y. J., Suh, Y. S., & Kim, E. K. (2016): Picture puzzle augmented reality system for infants creativity. In: *Eighth International Conference on Ubiquitous and Future Networks (ICUFN)* (pp. 343-346). IEEE.
- Ozok, A. A., & Komlodi, A. (2009): Better in 3D? An empirical investigation of user satisfaction and preferences concerning two-dimensional and three-dimensional product representations in business-to-consumer e-commerce. *Intl. Journal of Human-Computer Interaction*, 25(4), 243-281.
- Patterson, T. C. (2007): Google Earth as a (not just) geography education tool. *Journal of Geography*, 106(4), 145-152.
- Peat, M., & Fernandez, A. (2000): The role of information technology in biology education: An Australian perspective. *Journal of Biological Education*, 34(2), 69-73.
- Ramasundaram, V., Grunwald, S., Mangeot, A., Comerford, N. B., & Bliss, C. M. (2005): Development of an environmental virtual field laboratory. *Computers & Education*, 45(1), 21-34.
- Sailerová, B. (2014): *Preference žáků pro různé typy zoologických objektů ve výuce biologie*. Diplomová práce. Katedra učitelství a didaktiky biologie PŘF UK, Praha, 84.

- Shim, K. C., Park, J. S., Kim, H. S., Kim, J. H., Park, Y. C., & Ryu, H. I. (2003): Application of virtual reality technology in biology education. *Journal of Biological Education*, 37(2), 71-74.
- Schipper, S., & Mattox, S. (2010): Using Google Earth to study the basic characteristics of volcanoes. *Science Scope*, 34(3), 28-37.
- Schwan, S., Bauer, D., Kampschulte, L., & Hampp, C. (2016): Representation Equals Presentation?. *Journal of Media Psychology*, 29, pp. 176-187.
- Schwan, S., & Papenmeier, F. (2017): Learning from Animations: From 2D to 3D?. In *Learning from Dynamic Visualization* (pp. 31-49). Springer, Cham.
- Skalková, J. (2007): *Obecná didaktika*. Grada Publishing, a. s., Praha, 322.
- Spicer, J. I., & Stratford, J. (2001): Student perceptions of a virtual field trip to replace a real field trip. *Journal of Computer Assisted Learning*, 17(4), 345-354.
- Squelch, A. (2018): 3D printing rocks for geo-educational, technical, and hobbyist pursuits. *Geosphere*, 14(1), 360-366.
- Stavrova, O., & Urhahne, D. (2010): Modification of a school programme in the Deutsches Museum to enhance students' attitudes and understanding. *International Journal of Science Education*, 32(17), 2291-2310.
- Stumpf, R. J., Douglass, J., & Dorn, R. I. (2008): Learning desert geomorphology virtually versus in the field. *Journal of Geography in Higher Education*, 32(3), 387-399.
- Sung, Y. T., Chang, K. E., Hou, H. T., & Chen, P. F. (2010): Designing an electronic guidebook for learning engagement in a museum of history. *Computers in Human Behavior*, 26(1), 74-83.
- Šibravová J. (2016): *Porovnání atraktivitu výukových modelů a reálných zoologických preparátů pro žáky gymnázií*. Diplomová práce. Katedra učitelství a didaktiky biologie PřF UK, Praha, 77.

Tal, T., & Morag, O. (2007): School visits to natural history museums: Teaching or enriching?. *Journal of Research in Science Teaching: The Official Journal of the National Association for Research in Science Teaching*, 44(5), 747-769.

Vaccarezza, M., & Papa, V. (2015): 3D printing: a valuable resource in human anatomy education. *Anatomical Science International*, 90(1), 64-65.

Weber, T. (2016): Learning in Schools and Learning in Museums: Which Methods Best Promote Active Learning?. Deutsches Museum München, Germany.

## 8. Přílohy

### 8.1. Dotazník pro žáky ZŠ/NG

(upraveno dle Šibravová, 2016)

Dobrý den,

jsem studentem Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy a rád bych Vás požádal o vyplnění následujícího dotazníku. Dotazník budu vyhodnocovat zcela anonymně. Identifikační kód slouží pouze k tomu, abych k sobě mohl přiřadit Váš dotazník a druhou část výzkumu, která proběhne v další hodině přírodopisu. Získaná data využiji ve výzkumu v rámci své diplomové práce.

Děkuji Vám za spolupráci,

Bc. Jakub Moudrý

Identifikační kód: \_\_\_\_\_ (datum narození- den, měsíc, rok)

#### 1. Které téma Vás v hodinách přírodopisu nejvíce zajímá? Vyberte pouze jednu možnost.

- a) biologie rostlin (botanika)
- b) biologie bezobratlých živočichů (zoologie bezobratlých)
- c) biologie obratlovců (zoologie obratlovců)
- d) biologie člověka
- e) geologie (nerosty, zkameněliny apod.)
- f) jiné (vypište) .....
- g) žádné

#### 2. Zakroužkujte u jednotlivých pomůcek ANO – NE - NEVÍM podle toho, zda je Váš učitel biologie/přírodopisu využíval během výuky.

Skutečné preparáty živočichů (např. válce, vycpaniny, kosti)

ANO                      NE                      NEVÍM

Modely živočichů (např. z plastu)

ANO                      NE                      NEVÍM

Nástěnné plakáty

ANO                      NE                      NEVÍM

Fotografie (včetně fotografií v prezentaci)

ANO                      NE                      NEVÍM

Videa (dokumentární filmy apod.)

ANO                      NE                      NEVÍM

**3. Které pomůcky jsou pro Vás v hodinách zoologie nejnázornější? Vyberte pouze jednu možnost.**

- a) skutečné preparáty živočichů (např. živočichové ve válcích, vycpaniny, kosti)
- b) výukové modely (např. rozebíratelný model srdce, plastový model žáby apod.)
- c) nástěnné plakáty
- d) fotografie (včetně fotografií v prezentaci)
- e) videa
- f) jiné (vypište) .....

**4. Se kterými živočišnými preparáty jste během hodin zoologie či praktických cvičení pracovali (tzn., že nebyly pouze ukazovány učitelem, ale dostali jste je do ruky)? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) kostry a kosti
- b) živočichové v kapalinových válcích
- c) vycpaniny
- d) schránky živočichů (ulity, lastury apod.)
- e) jiné (vypište) .....
- f) s žádnými reálnými zoologickými preparáty jsme nepracovali

**5. V rámci kterých biologických témat jste pracovali s výukovými modely (např. rozebíratelný model srdce, plastový model žáby, plastový model stavby stonku nebo květu apod.)? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) botanika
- b) zoologie
- c) člověk
- d) jiné (vypište) .....
- e) s žádnými výukovými modely jsme nepracovali

**6. Účastnili jste se ve škole během výuky pitvy?**

ANO                      NE (pokračujte otázkou č. 8)

**7. Pokud jste se ve výuce účastnili pitvy, které živočichy nebo orgány jste pitvali? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) hlemýžď    b) ryba            c) šváb            d) žížala            e) srdce            f) ledvina
- g) jiné (vypište) .....

**Jak moc byla pro vás pitva zajímavá? Zaškrtněte na stupnici 1 až 5 (1 – byla velmi zajímavá, 5 – nebyla vůbec zajímavá).**

1            2            3            4            5

**8. Zaškrtněte na stupnici 1-5, jak moc Vám dané objekty VADÍ či NEVADÍ (tzn. dokázal/a bych s nimi pracovat) a jestli Vás ZAJÍMAJÍ či NEZAJÍMAJÍ.**

živý pavouk	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
pavouk na obrázku	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
vycpanina ptáka nebo savce	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
vypreparovaný hmyz	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
živý hmyz	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
krev	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
kostry obratlovců	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
kostra člověka	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
živočich v lihovém preparátu	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
živý had	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
had na obrázku	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
skutečné srdce	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
skutečná ledvina	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá

**9. Pohlaví:**

- a) muž
- b) žena

**10. Napište jméno Vaší školy a ročník, ve kterém studujete.**

.....

**11. Je přírodopis Vaším oblíbeným předmětem? Zaškrtněte na stupnici 1 až 5 (1 – určitě ano, 5 - určitě ne).**

1            2            3            4            5

**12. Na jaké střední škole byste chtěli studovat? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) všeobecné gymnázium
- b) střední odborná škola (s maturitou)
- c) učební obor (výuční list)  
(Jaký? .....
- d) plánuji studium jiné školy  
(Jaké? .....
- e) neplánuji studium na střední škole
- f) nevím

## 8.2. Dotazník pro žáky VG

(převzato ze Šibravová, 2016)

Dobrý den,

jsem studentkou Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy v Praze a ráda bych Vás požádala o vyplnění následujícího dotazníku. Dotazník budu vyhodnocovat zcela anonymně. Identifikační kód slouží pouze k tomu, abych k sobě mohla přiřadit Váš dotazník a druhou část výzkumu, která proběhne v další hodině biologie. Získaná data využiji ve své diplomové práci.

Děkuji Vám za spolupráci,

Bc. Jitka Šibravová

Identifikační kód: \_\_\_\_\_

### 1. Které téma Vás v hodinách biologie nejvíce zajímá? Vyberte pouze jednu možnost.

- a) botanika
- b) zoologie
- c) biologie člověka
- d) geologie
- e) genetika
- f) jiné (vypište) .....
- g) žádné

### 2. Zakroužkujte v tabulce u jednotlivých pomůcek ANO – NE - NEVÍM podle toho, zda je Váš učitel biologie na základní či střední škole využíval během výuky zoologie. Pokud jste na gymnáziu či na vyšším stupni osmiletého gymnázia zoologii nebrali, vyplňte jen základní školu či nižší stupeň gymnázia.

Výuková pomůcka	Základní škola / nižší stupeň osmiletého gymnázia (prima-kvarta)			Gymnázium / vyšší stupeň osmiletého gymnázia (kvinta-oktáva)		
Skutečné preparáty živočichů (např. válce, vycpaniny, kosti)	ANO	NE	NEVÍM	ANO	NE	NEVÍM
Modely živočichů (např. z plastu)	ANO	NE	NEVÍM	ANO	NE	NEVÍM
Nástěnné plakáty	ANO	NE	NEVÍM	ANO	NE	NEVÍM
Fotografie (včetně fotografií v prezentaci)	ANO	NE	NEVÍM	ANO	NE	NEVÍM
Videa	ANO	NE	NEVÍM	ANO	NE	NEVÍM



**3. Které pomůcky jsou pro Vás v hodinách zoologie nejnázornější? Vyberte pouze jednu možnost.**

- a) skutečné preparáty živočichů (např. živočichové ve válcích, vycpaniny, kosti)
- b) výukové modely (např. rozebíratelný model srdce, plastový model žáby apod.)
- c) nástěnné plakáty
- d) fotografie (včetně fotografií v prezentaci)
- e) videa
- f) jiné (vypište) .....

**4. Se kterými živočišnými preparáty jste během hodin zoologie či praktických cvičení pracovali (tzn., že nebyly pouze ukazovány učitelem, ale dostali jste je do ruky)? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) kostry a kosti
- b) živočichové v kapalinových válcích
- c) vycpaniny
- d) schránky živočichů (ulity, lastury apod.)
- e) jiné (vypište) .....
- f) s žádnými reálnými zoologickými preparáty jsme nepracovali

**5. V rámci kterých biologických témat jste pracovali s výukovými modely (např. rozebíratelný model srdce, plastový model žáby, plastový model stavby stonku nebo květu apod.)? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) botanika
- b) zoologie
- c) člověk
- d) jiné (vypište) .....
- e) s žádnými výukovými modely jsme nepracovali

**6. Účastnili jste se ve škole během výuky pitvy?**

- a) ano
- b) ne (pokračujte otázkou č. 8)

**7. Pokud jste se ve výuce účastnili pitvy, které živočichy nebo orgány jste pitvali? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) hlemýžď
- b) ryba
- c) šváb
- d) žížala
- e) srdce
- f) ledvina
- g) jiné (vypište) .....

**8. Zaškrtněte na stupnici 1-5, jak moc Vám dané objekty VADÍ či NEVADÍ (tzn. dokázal/a bych s nimi pracovat) a jestli Vás ZAJÍMÁJÍ či NEZAJÍMÁJÍ.**

živý pavouk	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
pavouk na obrázku	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
vycpanina ptáka nebo savce	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
vypreparovaný hmyz	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
živý hmyz	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
krev	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
kostry obratlovců	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
kostra člověka	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
živočich v lihovém preparátu	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
živý had	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
had na obrázku	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
skutečné srdce	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá
skutečná ledvina	určitě vadí	1	2	3	4	5	nevadí
	určitě zajímá	1	2	3	4	5	nezajímá

**9. Pohlaví:**

- a) muž
- b) žena

**10. Napište jméno Vaší školy a ročník, ve kterém studujete.**

.....

**11. Je biologie Vaším oblíbeným předmětem? Zaškrtněte na stupnici 1-5 (1 - určitě ano, 5 - určitě ne).**

1	2	3	4	5
---	---	---	---	---

**12. Na jaké vysoké škole byste chtěli studovat po maturitě? Můžete zaškrtnout více možností.**

- a) medicína
- b) biologický obor na přírodovědecké nebo pedagogické fakultě
- c) jiný přírodovědně zaměřený obor (Jaký?.....)
- d) plánuji studium jiného oboru (Jakého? .....
- e) neplánuji studium na vysoké škole
- f) nevím

### 8.3. Záznamový arch preferenčního testu

(převzato ze Šibravová, 2016)

#### Preferenční test

Dobrý den,  
jsem studentem Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy a rád bych Vás požádal o vyplnění následujícího preferenčního testu.  
Test budu vyhodnocovat zcela anonymně. Identifikační kód slouží pouze k tomu, abych k sobě mohl přiřadit Váš test s dotazníkem,  
který proběhl minulou hodinu předpřipisu. Získaná data využiji ve výzkumu v rámci své diplomové práce.  
Děkuji Vám za spolupráci,  
Bc. Jakub Moudrý

Identifikační kód: \_\_\_\_\_ (datum narození- den, měsíc, rok) stejný jako v předešlém dotazníku!

**Přiřadte ke každému objektu (A-U) pořadí (1-22) podle atraktivnosti (1 = nejvíce atraktivní, 22 = nejméně atraktivní).  
Pořadí zaznamenejte do tabulky.**

A	B	C	D	E	F	G	H	CH	I	J
K	L	M	N	O	P	Q	R	S	T	U

#### 8.4. Položky preferenčního testu

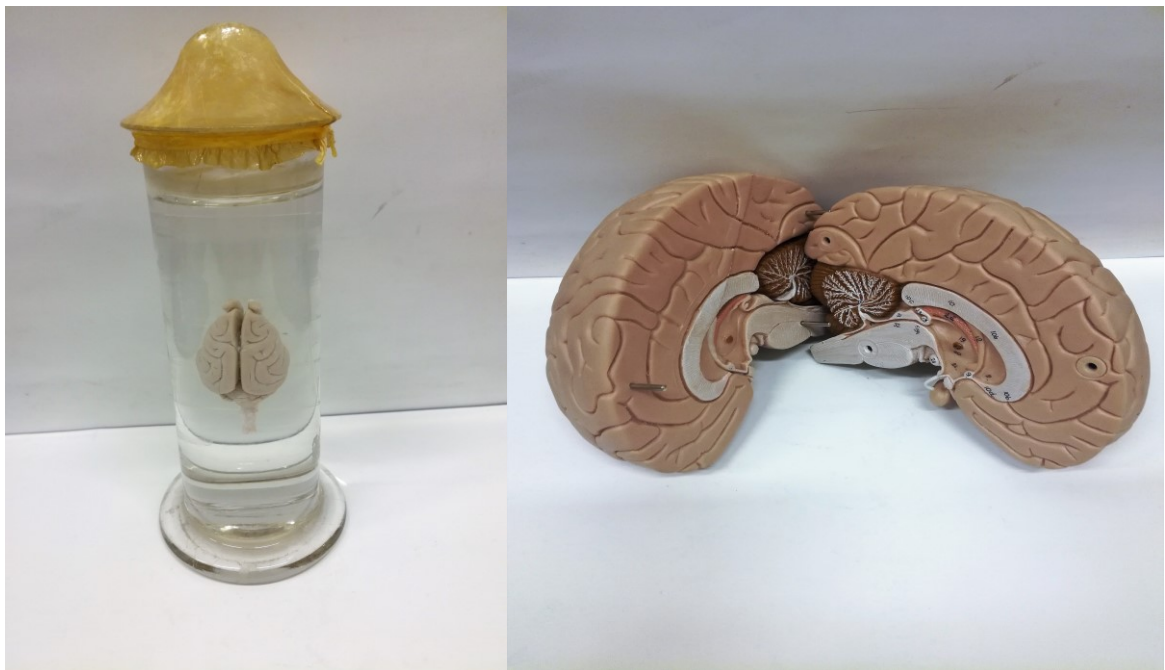
(foto všech objektů- autor)



**mlok skvrnitý** (*Salamandra salamandra*)

kapalinový válec (vlevo)- KBES PedF UK

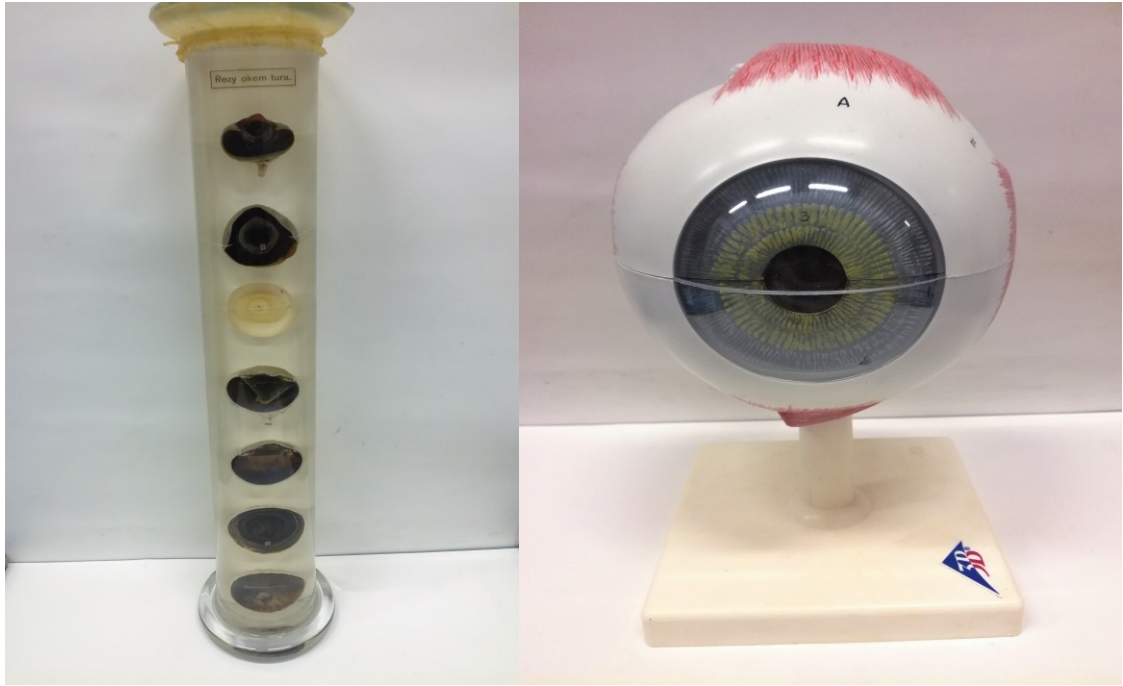
klasický model (vpravo)- Jan Jelínek- výtvarné práce



**mozek**

kapalinový válec (vlevo)- Akademické gymnázium Štěpánská- mozek kuny

anatomický model (vpravo)- 3B Scientific- mozek člověka



### oko

kapalinový válec (vlevo)- Akademické gymnázium Štěpánská – oko tura  
 anatomický model (vpravo)- 3B Scientific – oko člověka



### pavouk

kapalinový válec (vlevo)- Akademické gymnázium Štěpánská- sklípkan  
 anatomický model (vpravo)- Mac Toys- sklípkan



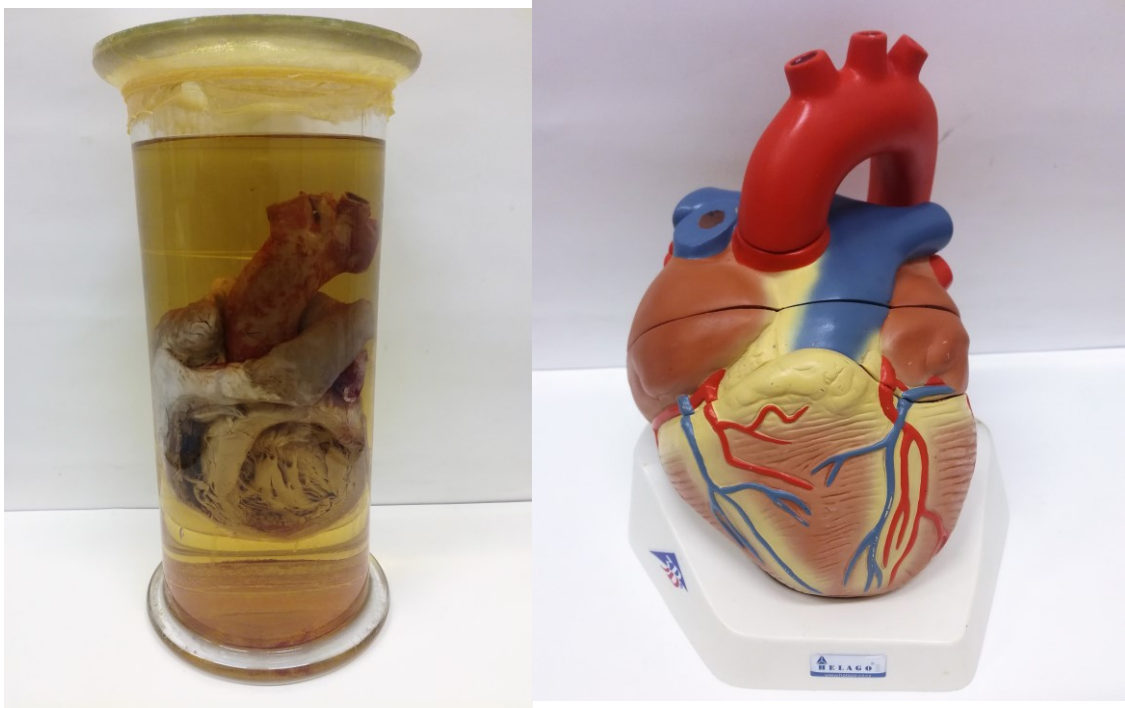
### ryba

kapalinový válec (vlevo)- Akademické gymnázium Štěpánská

- perlín ostrobřichý (*Scardinius erythrophthalmus*)

klasický model (vlevo) - Jan Jelínek- výtvarné práce

- plotice obecná (*Rutilus rutilus*)



### lidské srdce

kapalinový válec (vlevo)- Akademické gymnázium Štěpánská

anatomický model (vpravo)- 3B Scientific



**Štír indický (*Charmus indicus*)**

kapalinový válec (vlevo)- Akademické gymnázium Štěpánská

anatomický model (vpravo)- Mac Toys



**Vývoj motýla**

Preparát v pryskyřici (nahore)- KUDBi, PřF UK - bělásek zelný (*Pieris brassicae*)

Klasický model (dole)- Safari Ltd.- monarcha stěhovavý (*Danaus plexippus*)





**zmije obecná (*Vipera berus*)**

kapalinový válec (vlevo)- KBES PedF UK

klasický model (vpravo)- Jan Jelínek- výtvarné práce



**anatomie žáby**

Preparát v pryskyřici (vlevo)- KUDBi, PřF UK - ropucha (*Bufo* sp.)

Anatomický model (vpravo)- Revell x-ray- skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*)



**Skokan skřehotavý (*Pelophylax ridibundus*)**

Kapalinový válec (vlevo)- KBES PedF UK

Klasický model (vpravo)- Jan Jelínek- výtvarné práce

### **8.5. Rozložení objektů během preferenčního testu**



(foto- autor: studovna- Gymnázium Ch. Dopplera)

## 8.6. Průběh testování- preferenční test

(foto- autor)

a) ZŠ Ratibořická



b) Gymnázium Ch. Dopplera





## 8.8. Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení preparátů a modelů v preferenčním testu dle pohlaví při rozdělení na anatomické a celé

Tabulka 7: Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení preparátů a modelů v preferenčním testu dle pohlaví při rozdělení na anatomické a celé. Čísla ukazují dosažené p-hodnoty, statisticky průkazné hodnoty jsou zbarveny červeně.

pohlaví		chlapci preparáty anatomické	chlapci preparáty celé	chlapci modely celé	chlapci modely anatomické	dívky preparáty anatomické	dívky preparáty celé	dívky modely celé	dívky modely anatomické
chlapci	preparáty anatomické		0,012437	0,000032	0,000038	0,993100	0,054791	0,000032	0,000032
chlapci	preparáty celé	0,012437		0,114626	0,686286	0,000041	0,906829	0,000032	0,509034
chlapci	modely celé	0,000032	0,114626		0,970842	0,000032	0,000118	0,155427	0,854679
chlapci	modely anatomické	0,000038	0,686286	0,970842		0,000032	0,016601	0,002799	1,000000
dívky	preparáty anatomické	0,993100	0,000041	0,000032	0,000032		0,008228	0,000032	0,000032
dívky	preparáty celé	0,054791	0,906829	0,000118	0,016601	0,008228		0,000032	0,046984
dívky	modely celé	0,000032	0,000032	0,155427	0,002799	0,000032	0,000032		0,003982
dívky	modely anatomické	0,000032	0,509034	0,854679	1,000000	0,000032	0,046984	0,003982	

## 8.9. Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení jednotlivých preparátů v preferenčním testu dle pohlaví

Tabulka 8: Tukeyův post hoc HSD test- Průměrné hodnocení jednotlivých preparátů v preferenčním testu při rozdělení respondentů dle pohlaví. Čísla ukazují dosažené p-hodnoty, statisticky průkazné hodnoty jsou zbarveny červeně.

pohlaví	typ preparátů	chlapci pavouk	chlapci ryba	chlapci štír	chlapci zmijie	chlapci motýl	chlapci mlok	chlapci žába celá	chlapci mozek	chlapci žába anatomie	chlapci oko	chlapci srdce	pavouk	ryba	štír	zmijie	motýl	mlok	žába celá	mozek	žába anatomie	oko	srdce
chlapci	pavouk	1,000	0,485	0,573	0,485	1,000	1,000	0,920	0,999	0,188	0,970	0,797	0,695	0,981	1,000	1,000	0,013	1,000	0,583	0,999	0,001	1,000	0,003
chlapci	ryba	1,000	1,000	0,573	1,000	1,000	1,000	0,874	0,998	0,141	0,946	0,722	0,609	0,963	1,000	1,000	0,020	1,000	0,494	0,997	0,001	1,000	0,002
chlapci	štír	0,485	1,000	1,000	0,507	0,999	0,867	0,001	0,010	0,000	0,001	0,000	0,000	0,002	0,340	0,414	1,000	0,703	0,000	0,007	0,000	0,286	0,000
chlapci	zmijie	1,000	1,000	0,507	1,000	1,000	1,000	0,910	0,999	0,176	0,965	0,779	0,674	0,977	1,000	1,000	0,014	1,000	0,561	0,998	0,001	1,000	0,002
chlapci	motýl	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	0,126	0,529	0,002	0,209	0,060	0,035	0,239	0,998	0,999	0,480	1,000	0,021	0,472	0,000	0,997	0,000
chlapci	mlok	1,000	1,000	0,867	1,000	1,000	1,000	0,584	0,956	0,038	0,732	0,391	0,287	0,776	1,000	1,000	0,084	1,000	0,205	0,939	0,000	1,000	0,000
chlapci	žába celá	0,920	0,874	0,001	0,910	0,126	0,584	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,962	0,936	0,747	1,000	1,000	0,607	0,977	0,775
chlapci	mozek	0,999	0,998	0,010	0,999	0,529	0,956	1,000	1,000	0,979	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,206	0,989	1,000	1,000	0,161	1,000	0,279
chlapci	žába anatomie	0,188	0,141	0,000	0,176	0,002	0,038	1,000	0,979	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,262	0,206	0,000	0,073	1,000	0,982	0,999	0,314	1,000
chlapci	oko	0,970	0,946	0,001	0,965	0,209	0,732	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,989	0,978	0,000	0,865	1,000	1,000	0,453	0,994	0,632
chlapci	srdce	0,797	0,722	0,000	0,779	0,060	0,391	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,878	0,824	0,000	0,555	1,000	1,000	0,791	0,913	0,908
divky	pavouk	0,695	0,609	0,000	0,674	0,035	0,287	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,560	0,466	0,000	0,190	1,000	1,000	0,644	0,635	0,825
divky	ryba	0,981	0,963	0,002	0,977	0,239	0,776	1,000	1,000	0,999	1,000	1,000	1,000	1,000	0,970	0,943	0,000	0,724	1,000	1,000	0,144	0,983	0,274
divky	štír	1,000	1,000	0,340	1,000	0,998	1,000	0,962	1,000	0,262	0,989	0,878	0,560	0,970	1,000	1,000	0,000	1,000	0,429	0,998	0,000	1,000	0,000
divky	zmijie	1,000	1,000	0,414	1,000	0,999	1,000	0,936	1,000	0,206	0,978	0,824	0,466	0,943	1,000	1,000	0,001	1,000	0,343	0,996	0,000	1,000	0,000
divky	motýl	0,013	0,020	1,000	0,480	0,084	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000	0,001	0,000	0,000	0,000	0,001	0,005	0,005	0,000	0,000	0,000	0,000	0,000
divky	mlok	1,000	1,000	0,703	1,000	1,000	1,000	0,747	0,989	0,073	0,865	0,555	0,190	0,724	1,000	1,000	0,005	0,122	0,932	0,000	0,000	1,000	0,000
divky	žába celá	0,583	0,494	0,000	0,561	0,021	0,205	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	1,000	0,429	0,343	0,000	0,122	1,000	1,000	0,766	0,503	0,907
divky	mozek	0,999	0,997	0,007	0,998	0,472	0,939	1,000	1,000	0,982	1,000	1,000	1,000	1,000	0,998	0,996	0,000	0,932	1,000	0,044	0,999	0,999	0,099
divky	žába anatomie	0,001	0,001	0,000	0,001	0,000	0,000	0,607	0,161	0,999	0,453	0,791	0,644	0,144	0,000	0,000	0,000	0,000	0,766	0,044	0,000	0,000	1,000
divky	oko	1,000	1,000	0,286	1,000	0,997	1,000	0,977	1,000	0,314	0,994	0,913	0,635	0,983	1,000	1,000	0,000	1,000	0,503	0,999	0,000	0,001	0,001
divky	srdce	0,003	0,002	0,000	0,002	0,000	0,000	0,775	0,279	1,000	0,632	0,908	0,825	0,274	0,000	0,000	0,000	0,000	0,907	0,099	1,000	0,001	0,001

