

**Univerzita Karlova v Praze**  
**Přírodovědecká fakulta**

Studijní program: Biologie  
Studijní obor: Učitelství biologie a geografie pro SŠ (dvouoborové)



**Bc. Hana Kuchová - Breburdová**

**Výchova k evoluční gramotnosti na středních školách**  
**Towards Evolution Literacy Education On**  
**High-Schools**

Diplomová práce

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Alena Drda Morávková, Ph.D.

Konzultantka: Mgr. Radka Marta Dvořáková

Praha, 2015

Ráda bych touto cestou poděkovala RNDr. Aleně Drda Morávkové, Ph.D. a Mgr. Radce M. Dvořákové za odborné rady a čas, po který se mi věnovaly při konzultacích spojených s vedením a zpracováním mé diplomové práce. Poděkování patří i prof. Zbyňku Ročkovi za cenné připomínky během počátečních fází vzniku práce. Dále bych ráda poděkovala všem učitelům a studentům, kteří se zapojili do mého výzkumu v České republice i ve Slovinsku. Konečné poděkování patří i manželům Horkým a mým rodičům za psychickou a materiální podporu po celou dobu mého studia.

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

V Praze dne 23. dubna 2015

Bc. Hana Kuchová-Breburdová

Název práce: Výchova k evoluční gramotnosti na středních školách

Autor: Bc. Hana Kuchová - Breburdová

Katedra (ústav): Přírodovědecká fakulta Univerzity Karlovy

Vedoucí diplomové práce: RNDr. Alena Drda Morávková, Ph.D.

Konzultantka: Mgr. Radka Marta Dvořáková

Abstrakt: Cílem práce je zjistit, zda-li maturující studenti z biologie mají lepší znalosti o evoluci než nematurující studenti. Výsledky byly zjišťovány dotazníkovým šetřením na šesti českých a sedmi slovinských středních školách v průběhu dvou let. Práce prokázala lepší evoluční faktografické znalosti u studentů maturujících z biologie. Výsledkem práce je i zmapování evolučních asociací u studentů gymnázií a porovnání vzdělávací úrovně evoluční gramotnosti v České republice a ve Slovinsku.

Klíčová slova: evoluce, evoluční gramotnost, evoluční asociace, přírodovědné vzdělávání, středoškolský vzdělávací systém v České republice, středoškolský vzdělávací systém ve Slovinsku.

Title: Towards Evolution Literacy Education On High-Schools

Author: Bc. Hana Kuchová - Breburdová

Department: Faculty of Science, Charles University

Supervisor: RNDr. Alena Drda Morávková, Ph.D.

Consultant: Mgr. Radka Marta Dvořáková

Abstract: The aim of this thesis is to determine whether students planning to take the high school-leaving examination from biology have a better understanding of evolution in comparison to those taking the examination from a different subject. The data were collected by means of a questionnaire having been completed at six Czech and seven Slovenian high schools over a period of two years. The thesis proved that students taking the school-leaving examination from biology have better knowledge of evolution. The thesis also maps the evolution association of high school students and makes a comparison between the quality of evolution literacy in the Czech Republic and in Slovenia.

Keywords: evolution, evolutionary literacy, evolutionary associations, science education, secondary education system in the Czech Republic, secondary education system in Slovenia.

# Obsah

<b>1</b>	<b>Úvod</b>	<b>1</b>
<b>2</b>	<b>Literární přehled</b>	<b>3</b>
2.1	Vybrané vědecké definice biologické evoluce . . . . .	3
2.2	Definice biologické evoluce ve středoškolských učebnicích a metodikách	4
2.3	Definice evoluční gramotnosti . . . . .	5
2.4	Školní vzdělávací systém v České republice a ve Slovinsku . . . . .	6
2.5	Výuka evoluční gramotnosti dle kurikulárních dokumentů . . . . .	7
2.5.1	Zahrnutí evoluční gramotnosti do výuky v České republice . . . . .	7
2.5.2	Zahrnutí evoluční gramotnosti do výuky ve Slovinsku . . . . .	7
2.6	Charakteristika gymnázií a hodinové dotace biologie . . . . .	10
2.7	Evoluční gramotnost na školách v zahraničí . . . . .	13
<b>3</b>	<b>Metodika</b>	<b>15</b>
3.1	Hlavní cíl práce . . . . .	15
3.2	Sběr dat na gymnáziích . . . . .	15
3.2.1	Sběr dat na gymnáziích v České republice . . . . .	16
3.2.2	Sběr dat na gymnáziích ve Slovinsku . . . . .	17
3.3	Evoluční dotazník . . . . .	17
3.3.1	Základní charakteristika dotazníku . . . . .	17
3.3.2	Otázky zaměřené na evoluční faktografické znalosti (dle RVP G)	18
3.3.3	Otázky zaměřené na evoluční asociace (dle RVP G) . . . . .	22
3.3.4	Nehodnocené otázky . . . . .	25
3.3.5	Bodování otázek v dotazníku . . . . .	28
3.4	Metody statistického zpracování dat . . . . .	29
3.4.1	Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA) . . . . .	29
3.4.2	Chí-kvadrát test . . . . .	29
<b>4</b>	<b>Výsledky</b>	<b>30</b>
4.1	Statistické vyhodnocení dotazníku . . . . .	30

4.1.1	Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA)	31
4.1.2	Chí-kvadrát test	31
4.2	Otázky zaměřené na evoluční faktografické znalosti studentů	34
4.2.1	Otázka č. 1	34
4.2.2	Otázka č. 2	34
4.2.3	Otázka č. 3	36
4.2.4	Otázka č. 9	38
4.2.5	Otázka č. 10	39
4.2.6	Otázka č. 13	41
4.3	Typy otázek zaměřené na evoluční asociace	44
4.3.1	Otázka č. 7	44
4.3.2	Otázka č. 11	47
4.3.3	Otázka č. 12	47
4.3.4	Otázka č. 15	49
<b>5</b>	<b>Diskuze</b>	<b>53</b>
5.1	Reakce studentů na dotazník	53
5.1.1	Otázka č. 1 (vznik prokaryotních organismů)	53
5.1.2	Otázka č. 2 (nejstarší datované stopy života)	53
5.1.3	Otázka č. 3 (prvotní atmosféra)	54
5.1.4	Otázka č. 7 (obrázek dokládající evoluci)	54
5.1.5	Otázka č. 9 (příčiny biodiverzity)	54
5.1.6	Otázka č. 10 (vztah zoologie a paleontologie)	54
5.1.7	Otázka č. 11 (seřazení taxonů)	55
5.1.8	Otázka č. 12 (definice evoluce)	55
5.1.9	Otázka č. 13 (vybrané mechanismy evoluce)	55
5.1.10	Otázka č. 15 (návrat savců do vodního prostředí)	56
5.2	Vlivy na výsledek evolučního dotazníku	56
5.3	Porovnání výsledků se světovými výzkumy	58
<b>6</b>	<b>Závěr</b>	<b>64</b>
<b>A</b>	<b>Dotazník</b>	<b>70</b>
<b>B</b>	<b>Nová verze dotazníku</b>	<b>75</b>
<b>C</b>	<b>Dotazník L. Müllerové</b>	<b>78</b>
<b>D</b>	<b>Dotazník P. A. Fuersta</b>	<b>85</b>

<b>E</b>	<b>Dotazník u příležitosti Darwinova dne</b>	<b>87</b>
<b>F</b>	<b>Slovinské osnovy se zaměřením na evoluci</b>	<b>88</b>
F.1	Život na Zemi (A1 1 – 10)	90
F.2	Evoluce 1 (E1 1 – 6)	91
F.3	Evoluce 2 (E2 1 – 18)	92
F.4	Evoluce 3 (E2 1 – 11)	93
<b>G</b>	<b>Studentské obrázky dokládající evoluci (otázka č. 7)</b>	<b>95</b>
G.1	Česká republika	95
G.1.1	Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2011/12)	95
G.1.2	Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2012/13)	96
G.1.3	Gymnázium Botičská (2011/12)	97
G.1.4	Gymnázium Botičská (2012/13)	98
G.1.5	Biskupské gymnázium v Praze (2011/12)	98
G.1.6	Biskupské gymnázium v Praze (2012/13)	99
G.1.7	Gymnázium Litoměřická (2012/13)	99
G.1.8	Gymnázium Čakovice (2012/13)	100
G.1.9	Gymnázium Radotín (2012/13)	100
G.2	Slovinsko	100
G.2.1	Gymnázium Ledina (2012/13)	100
G.2.2	Gymnázium Poljane (2012/13)	101
G.2.3	Gymnázium Bežigrad (2012/13)	102
G.2.4	Pedagogické gymnázium v Lublani (2012/13)	104
G.2.5	Gymnázium Vič (2012/13)	104
<b>H</b>	<b>Studentské definice evoluce (otázka č. 12)</b>	<b>105</b>
H.1	Česká republika	105
H.1.1	Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2011/12)	105
H.1.2	Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2012/13)	106
H.1.3	Gymnázium Botičská (2011/12)	107
H.1.4	Gymnázium Botičská (2012/13)	109
H.1.5	Arcibiskupské gymnázium (2011/12)	111
H.1.6	Arcibiskupské gymnázium (2012/13)	112
H.1.7	Gymnázium Litoměřická (2012/13)	113
H.1.8	Gymnázium Čakovice (2012/13)	115
H.1.9	Gymnázium Radotín (2012/13)	115
H.2	Slovinsko	116

H.2.1	Gymnázium Ledina (2012/13)	116
H.2.2	Gymnázium Poljane (2012/13)	117
H.2.3	Gymnázium Bežigrad (2012/13)	119
H.2.4	Pedagogické gymnázium v Lublani (2012/13)	120
H.2.5	Gymnázium Vič (2012/13)	121
H.2.6	Gymnázium Moste (2012/13)	122
H.2.7	Gymnázium Sežana (2012/13)	123



# Kapitola 1

## Úvod

Evoluce je nejdůležitějším pojmem a základním principem soudobé biologie. Je ovšem otázka, zda si tyto principy uvědomují středoškolské studenti, kteří poté přicházejí na vysokou školu.

Známý genetik, evoluční biolog a spoluzakladatel syntetické teorie evoluce Theodosius Dobzhansky se v roce 1964 vyjádřil, že nic v biologii nemá smysl, pokud to není chápáno v evolučním kontextu, a že bez tohoto kontextu by byla biologie jen kupou nashromážděných faktů, které by nedávaly žádný ucelený obraz. Uvědomují si ale studenti, že ať už se učí (často mechanicky a nazpaměť) charakteristické rysy rostlin a živočichů a snaží se zapamatovat rozdíly mezi nimi, nebo když chtějí pochopit vztahy uvnitř nějakého ekosystému, že se vždy jedná o výsledek evolučního procesu? To je otázka, kterou jsem si položila, když jsem uvažovala o tématu své diplomové práce.

Cílem práce bylo provést výzkum, který by objasnil, zda mají studenti středních škol představu o evoluci a jaké mají evoluční faktografické znalosti. S ohledem na své možnosti jsem zúžila tento výzkum na Českou republiku a Slovinsko (v rámci studijního pobytu Erasmus), a definovala jej otázkou „Jaký je vztah mezi rozhodnutím studenta maturovat z biologie a jeho evoluční faktografickou znalostí v České republice a ve Slovinsku?“ Dotazníkovou metodu v této práci jsem použila v minulosti během přípravy své bakalářské práce „Studium podmínek formující evoluční způsob myšlení studentů na středních školách“ (2010), v upravené formě.

Při celkovém shromažďování informací o tom, zda se někdo podobným způsobem zajímal o kvalitu středoškolské výuky biologie, jsem byla překvapená řadou článků, které na toto téma vyšly jak u nás, tak i v zahraničí. Důvody, které vedly k podobnému výzkumu v zahraničí, jsou přitom stejné jako u nás.

Práce je členěna do šesti kapitol. Přehled relevantní literatury včetně vzdělávacích programů a charakteristiky gymnázií v České republice a ve Slovinsku shrnuje kapitola 2. Metodický postup a vyhodnocování dotazníku obsahuje kapitola 3. Cel-

kové statistické vyhodnocení dotazníku, včetně jednotlivých otázek, shrnuje kapitola 4. Porovnání mého výzkumu s ostatními dotazníky a výzkumy shrnuje kapitola 5 a zhodnocení cílů diplomové práce uzavírá poslední kapitola 6.

V závěru práce je uveden návrh evolučního dotazníku, který by mohl být uplatněn v budoucích výzkumech s evolučním zaměřením.

# Kapitola 2

## Literární přehled

Kapitola shrnuje definice evoluce ve světě, v České republice i ve Slovinsku a porovnává vzdělávací programy obou zemí s důrazem na evoluční gramotnost.

### 2.1 Vybrané vědecké definice biologické evoluce

Existuje řada definic pojmu „biologická evoluce“, které však mnohdy zdůrazňují jen její určitý aspekt. Například evoluce na molekulární úrovni klade důraz na změny v genetickém složení populací, které jsou předávány z jedné generace na druhou. Evoluce na vyšších úrovních je pak chápána jako proces vzniku nových druhů organismů z ancestrálních forem během geologické historie Země. Obecná definice biologické evoluce by všechny tyto dílčí aspekty měla zahrnovat. Následující vybrané definice evoluce jsem přeložila sama, případně uvádím překladatele.

Obecnou definici biologické evoluce jsem v nejstručnější podobě našla na webových stránkách univerzity v Berkeley (2015), kde je uvedena jako „generační posloupnost s modifikacemi“. Srozumitelnější je však definice ze slovníku Merriam-Webster, podle které je to „proces, kterým se organismy během času mění“ (Merriam-Webster, Inc., 2015). Další používané definice biologické evoluce jsou:

- Dlouhodobý a samovolný proces, v jehož průběhu se rozvíjí a diverzifikuje pozemský život (Flegr, 2007).
- Změny genetického materiálu v populaci organismů během jejich generačního sledu (Futuyma, 2005).
- Proces, jehož výsledkem jsou dědičné změny v populaci, získávané během mnoha generací (Drake – Walker, 2004).

- Evoluce pohlavně se rozmnožujících organismů spočívá v genetických změnách, které probíhají z generace na generaci uvnitř populací – od nejmenšího místního demu až po soubor křížících se populací biologického druhu; přeložil Z. Urban, 2009 (Mayr, 2001).
- Evoluce je změna v přizpůsobení se a v rozmanitosti populací organismů (Mayr, 1989).
- Evoluce je jakákoliv změna ve frekvenci alel, uvnitř genofondu, z jedné generace na druhou (Curtis – Barnes, 1989).
- Biologická evoluce je proces kumulace postupných změn ve vlastnostech populací organismů založených na změnách jejich genofondu, které mohou být nevratné, vratné, opakovatelné nebo jedinečné. Probíhají jak v ekologickém čase (v průběhu jedné či několika generací), tak v čase geologickém (dlouhodobě), a mohou zahrnovat i změny organismů ovlivněné případně pouze environmentálními událostmi (Rozsypal, 2003).

Společným rysem všech definic biologické evoluce je důraz na to, že se jedná o dynamický proces, který zformoval dnešní živou přírodu. Nejedná se tedy o něco statického, jak by bylo možné chápat z popisů taxonů či jiných biologických kategorií, které tvoří hlavní náplň středoškolských učebnic.

## 2.2 Definice biologické evoluce ve středoškolských učebnicích a metodikách

Ve středoškolských učebnicích je evoluce často zmíněna v kapitolách týkajících se genetiky, kde ukazuje důležitost změny genetického materiálu (mutace). V některých učebnicích však žádnou obecnou definici evoluce nelze najít, což kontrastuje s podrobnými popisy jednotlivých taxonů. Pak je na učiteli, jak odstraní tento nedostatek v učebnicích během svého výkladu. V našich středoškolských učebnicích jsem našla následující definice evoluce:

- Učebnice Genetika pro gymnázia (Šmarda – Suchardová, 2003) pojednává v kapitole „Evoluční význam mutací“ o mutacích jako o změnách alelových frekvencí, které jsou hybným činitelem evoluce druhů. Definice se zde zaměřuje pouze na konkrétní mechanismus evoluce v užším kontextu.

- Učebnice Zoologie pro gymnázia (Papáček a kol., 1997) neobsahuje žádnou výslovnou definici evoluce, přestože je zde používán termín evoluční zoologie a zkráceně popsán vznik života a vývoj jednotlivých organismů. Studenti mohou z tohoto textu nabýt dojmu, že evoluce je lineární proces začínající nejprimitivnějšími živočichy (kteří žili v moři), přes dokonalejší (kteří se rozšířili na souš) a vyvrcholil vznikem člověka.
- Biologie pro gymnázia (Jelínek – Zicháček, 2005) neobsahuje žádnou přímou definici evoluce. V kapitole „Biologická evoluce“ (na straně 352 až 355 ve „Vybraných kapitolách z obecné biologie“) je evoluce rozdělena na úrovně, kde jsou zmíněny evoluční teorie, základní mechanismy evoluce a další teorie evoluce. Z jednotlivých kapitol je student schopen získat informace o evoluci jako o dlouhodobém procesu, při kterém dochází ke změnám v genetické informaci (vznik a četnost mutací, migrace genů, genetický posun) v populacích. Zda však student z tohoto textu pochopí, že těmito mechanismy vznikají i nové druhy není jisté.
- Přínosná je evoluční metodická příručka pro učitele s definicí od Flegra a kol. (2008) ve které se praví, že „biologická evoluce je dlouhodobý proces, během kterého se mění vlastnosti existujících druhů organismů, vznikají druhy nové a zanikají druhy staré“. Záleží však na tom, zda ji učitel ve svém výkladu použije.
- Ve Slovinsku, které je v této práci uváděno pro srovnání, lze definici evoluce nalézt v publikaci *Evoluční, biologická rozmanitost a ekologie*. Na konci učebnice je v souhrnu kapitol definice „evoluční teorie vysvětluje postupné změny organismů v průběhu času<sup>1</sup>“ (Stušek a kol., 2012).

Profesor Biotechnické fakulty univerzity v Lublani Igor Jerman o výuce evoluce ve Slovinsku tvrdí: „Ve Slovinsku se evoluce vyučuje ortodoxně podle Neodarwinismu. To znamená, že se díváme na evoluci ponejvíce jako na proces přírodní selekce, k čemuž jsou pak dodány ještě různé druhy mechanismů, jako náhodný genetický drift, a podobně. Důraz je kladen na selekci a to je dost konzervativní a většinou darwinistický pohled“ (2014).

## 2.3 Definice evoluční gramotnosti

Aby student pronikl do evoluční problematiky, musí prokázat tzv. evoluční gramotnost. Gramotnost je ve slovníku Merriam-Webster chápána jako „schopnost číst a psát“, ale také „znalosti, které se vztahují ke speciálním předmětům“. „Gramotnosti se využívá

---

<sup>1</sup>Přeložila místní studentka Danijela Štolfa v roce 2014.

k interpretaci znalostí a znalost je zároveň finální komplexní informace s naznačením jejího praktického použití“ (Piaček – Kravčík, 1999).

Přírodovědná gramotnost je zúžený pojem gramotnosti. Bývá uváděna jako „více či méně úplný výčet toho, co vše člověk potřebuje, aby porozuměl přírodním vlivům na jeho život, aby dokázal vysvětlit základní přírodní jevy ve svém okolí, aby znal pojmy, zákony a metody přírodních věd, aby uměl pracovat s grafy, tabulkami, schémata, mapami, a nakonec byl schopen vytvářet si vlastní úsudek o věrohodnosti poznatků“ (Svobodová, 2013). S tímto pojmem se setkáváme často v souvislosti s výsledky mezinárodního porovnávání školních výsledků žáků ve výzkumech PISA (Programme for International Student Assessment), který se soustřeďuje na zjišťování výsledků patnáctiletých žáků různých zemí v oblasti čtenářské, matematické a přírodovědné gramotnosti a TIMSS (Trends in International Mathematics and Science Study), který se zabývá zjišťováním úrovně znalostí a dovedností žáků v matematice a přírodních vědách.

Pod pojem evoluční gramotnost chápu v této práci zúženou definici gramotnosti přírodovědné s omezením na evoluční tematiku.

## 2.4 Školní vzdělávací systém v České republice a ve Slovinsku

Vzhledem k podobnostem školního vzdělávacího systému v České republice a ve Slovinsku bylo možné výzkum provést v obou zemích.

Systémy České republiky a Slovinska jsou podobné, jak v předškolním, tak v základním vzdělávání (od 6 let, devítileté studium). Středoškolské vzdělávání se liší dobou studia (2 až 5 let), ale zahrnuje podobné vzdělávací programy jako v České republice: odborné, profesní a gymnaziální. Při vysokoškolském studiu si student dále vybírá z různých studijních programů.

Cílem vzdělávání je poskytnout studentům znalosti a dovednosti k dosažení nejvyšší úrovně vzdělání a patřičné kvalifikaci.

Sylaby slovinských gymnázií se mírně liší podle konkrétního typu gymnázia. Všechny školy mají základní strukturu sylabu: povinné a povinně volitelné předměty. Povinné předměty čtyřletého studia zahrnují mateřský jazyk, matematiku, první cizí jazyk, druhý cizí jazyk, dějepis, hudební výchovu, výtvarné umění, zeměpis, biologii, chemii, fyziku, psychologii, sociologii, filozofii a informatiku, volitelné předměty se řídí zvláštními zájmy studentů a zahrnují obsah průřezových témat a obecných znalostí např. vzdělávání pro rodinu, mír, kulturu, životní prostředí, výchovu ke zdraví, podnikání, kulturní a umělecké aktivity, dobrovolné sociální práce, občanství, kulturu a

první pomoc, jakož i kurzy dopravních předpisů. Dále se studenti mohou rozhodnout pro výzkum nějaké problémové oblasti, pro práci v terénu nebo pro interdisciplinární projekty a pracovní metody (např. výlety, sportovní a výzkumné tábory, projektové týdny). V posledním roce studia studenti skládají maturitní zkoušku.

Výukové formy na všech gymnáziích ve Slovinsku jsou různé a zahrnují přednášky, cvičení, semináře, workshopy, terénní práce, výzkumy, tábory, seminární práce, atd. (Eurydice network, 2015). Vyučovací metody jsou ve většině případů ponechány na uvážení učitele. Ve třídách, studenti používají učebnice a další učební materiály (geografické a historické atlasy, sbírky přírodnin, pracovní sešity a další pomůcky stejně jako v České republice). V souladu s právními předpisy používají veřejné školy pouze učebnice, které byly schváleny Ministerstvem školství a tělovýchovy (MSS, 2008).

## **2.5 Výuka evoluční gramotnosti dle kurikulárních dokumentů**

### **2.5.1 Zahrnutí evoluční gramotnosti do výuky v České republice**

V Rámcovém vzdělávacím programu (MŠMT, 2007) (dále RVP G) je biologii věnováno celkem deset kapitol, z nichž některé obsahují části zabývající se evolucí a evoluční gramotností, včetně učiva a očekávaných výstupů (tabulka 2.1).

Je zřejmé, že evoluce je uvedena jen v některých kapitolách RVP G. Není například vůbec požadována při výuce prokaryotních organismů, přestože ty se objevily na Zemi mezi prvními. U rostlin je evoluce zmíněna jen v učivu, ale není uvedeno, jak by se to mělo projevit ve znalostech (tedy v očekávaném výstupu) žáka. To vypadá, jako by se význam evoluce projevoval jen u živočichů, nikoliv však u rostlin, přestože i ty jsou známé svými zajímavými schopnostmi adaptace. Dále zde chybí jakákoliv zmínka o evoluci v kapitole týkající se genetiky, kde by přitom mohly být uvedeny hlavní mechanismy evoluce.

### **2.5.2 Zahrnutí evoluční gramotnosti do výuky ve Slovinsku**

Výuka evoluce má ve Slovinsku velmi významné postavení. To vyplývá již z podrobného rozpisu v očekávaných výstupech ve vzdělávacích osnovách, které shrnuje tabulka 2.2. Učitel ve Slovinsku neučí biologické či přírodní vědy dogmatickým způsobem, protože dogma je systém víry, který není předmětem vědeckého zkoumání. Dogmatická víra je v rozporu s hlavním cílem vzdělávání – podpora porozumění (MSS, 2008). Takto

Tabulka 2.1: Kapitoly RVP G s důrazem na evoluční gramotnost v České republice

Kapitola RVP G	Očekávané výstupy	Učivo
Obecná biologie	Žák o rovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi.	Evoluce
Biologie virů	–	–
Biologie bakterií	–	–
Biologie protist	–	–
Biologie hub	–	–
Biologie rostlin	–	Systém a evoluce rostlin
Biologie živočichů	Žák popíše evoluci a adaptaci jednotlivých orgánových soustav.	Systém a evoluce živočichů
Biologie člověka	Žák podle předloženého schématu popíše a vysvětlí evoluci člověka.	–
Genetika	–	–
Ekologie	–	–

Proškrtnuté políčko znamená, že daná kapitola neobsahuje očekávaný výstup, nebo učivo se zaměřením na evoluci.

se Slovinsko vyhýbá problémům s pochopením evoluce (které jsou poměrně závažné hlavně v Americe), protože mají striktně zadanou hranici mezi vědou a vírou.

Tabulka 2.2: Kapitoly vzdělávacích osnov s důrazem na evoluční gramotnost ve Slovinsku

Téma	Vybrané očekávané výstupy vztahující se k této práci	Dotace [hod]	
		Pov.	Vol.
Život na Zemi (1-10)	–	4	–
Struktura a funkce buněk	–	30	10
Geny a dědičnost	–	15	11

*Tabulka pokračuje na další straně*



Téma	Vybrané očekávané výstupy vztahující se k této práci	Pov.	Vol.
<i>Pokračování z předchozí strany</i>			
Evoluce (1-6)	1 E1 4. Student chápe, že první byly heterotrofní organismy a chápe význam rozvoje procesu fotosyntézy, dopad autotrofního způsobu života na složení atmosféry a její role v dnešní biosféře.	15	10
Evoluce (1-18)	2 E2 1. Student chápe, že evoluční proces, přizpůsobený typům prostředí, může změnit strukturu, fyziologii a chování organismů, což může zvýšit jejich přežití a reprodukční úspěch v daném prostředí. E2 2. Student si uvědomuje, že v důsledku mutací, získají některé organismy vlastnosti, které jim a jejich potomkům umožní přežití a rozmnožování v daném prostředí, a to na základě přirozeného výběru v populacích, které jsou lépe přizpůsobené konkrétnímu prostředí. E2 3. Student chápe, že mutace jsou náhodné, přirozený výběr je orientován ve vztahu k současné situaci v životním prostředí. E2 14. Student chápe význam fosilií jako důkazů pro evoluční vývoj živých systémů (organismy, ekosystémy) v dlouhém časovém období. E2 15. Student chápe, že všechny dnešní živé organismy se vyvinuly ze společného předka. E2 18. Student se dovídá se o milnících ve vývoji lidského druhu ( <i>Australopithecus afarensis</i> , <i>Homo erectus</i> , <i>Homo sapiens</i> , šíření z Afriky).		
Evoluce (3-11)	3 E3 10. Student chápe, že milióny různých druhů (dnešních žijících organismů) jsou navzájem příbuzné kvůli svému evolučnímu původu: vzniku ze společných předků; evoluční historie; vybrané příklady ze systematiky.		
Struktura a funkce organismů	–	46	24

*Tabulka pokračuje na další straně*

Téma	Vybrané očekávané výstupy vztahující se k této práci	Pov.	Vol.
<i>Pokračování z předchozí strany</i>			
Ekologie	–	30	15
Celkem		140	70

Pov. označuje povinné téma v hodině biologie, vol. pak povinně volitelné téma.

Proškrtnuté políčko znamená, že daná kapitola neobsahuje očekávaný výstup, nebo učivo se zaměřením na evoluci.

Výuka biologie by měla do osnov zahrnout nové biologické vědecké poznatky a vysvětlení vědeckých metod, (na základě kterých vědci došli k těmto poznatkům). Tímto způsobem studenti porozumí základním biologickým pojmům a osvojí si analytické myšlení, což umožní do budoucna další zvýšení současných vědeckých poznatků.

Hlavním cílem výuky biologie je – rozvoj integrovaného chápání biologických pojmů a vazeb mezi nimi na základě poznatků o struktuře, fungování, vývoji a vzájemné provázanosti živých systémů na různých organizačních úrovních, od molekul k biosféře, včetně spojení mezi biosférou a geologií (budování znalostí).

Evoluci je věnována kapitola ve vzdělávacích osnovách, která se má v hodinách biologie na středních školách dodržovat. Kapitola je rozdělena do dvou částí: Život na Zemi a Evoluce, která zahrnuje tři podkapitoly: Evoluce 1 (E1 1 – 6), Evoluce 2 (E2 1 – 18), Evoluce 3 (E3 1 – 11). Výuka biologie má přesnou hodinovou dotaci se zaměřením na jednotlivé principy a mechanismy evoluce, které shrnuje tabulka 2.2 (MSS, 2008).

## 2.6 Charakteristika gymnázií a hodinové dotace biologie

Střední školy v České republice a ve Slovinsku se liší zaměřením, délkou studia i hodinovou dotací biologie. Nejvyšší počet biologických hodin v České republice mají, podle mnou zjištěných informací, gymnázia U Libeňského zámku 1 (10 hodin + 2 hodiny biologického semináře) a Botičská (9 hodin + 2 hodiny biologického semináře). Biologie je vyučována v prvních třech letech studia na všech gymnáziích, poslední rok se liší. Biologie je zde v některých případech nahrazena volitelným biologickým seminářem, což shrnuje tabulka 2.3

Na rozdíl od České republiky je hodinová dotace biologie ve Slovinsku (mezi jednotlivými školami) velmi podobná. Nejvyšší počet biologických hodin má ze škol, které

jsem sledovala, gymnázium Ledina (7 hodin + 4 hodiny biologického semináře). V posledním roce studia je biologie jako volitelný předmět, případně i ve formě biologického semináře (tabulka 2.3).

Tabulka 2.3: Základní charakteristika jednotlivých gymnázií

Gymnázium	Zaměření (délka studia)	Hodinová dotace biologie*				Celkem
		1.	2.	3.	4.	
U Libeňského zámku	Všeob. s jazyky (4)	2	3	3	2 + 2	10 + 2
	Všeob. s inf. (4)	2	2	2	2 + 2	10 + 2
Botičská	Přírodovědné** (4)	3	$2\frac{1}{2} + 2$	$2\frac{1}{2}$	1	9 + 2
	Jazykové** (4)	3	$2\frac{1}{2} + 2$	$2\frac{1}{2}$	1	9 + 2
Arcibiskupské	Všeobecné (8)	2	2	3	0+2	7 + 2
Litoměřická	Přírodovědné*** (8)	$2\frac{2}{3}$	$2\frac{2}{3}$	$2\frac{2}{3} + 0(2)$	0 + 2	8 + 2(4)
	Všeobecné (4)	2	2	2	2	8
Čakovice	Všeobecné (6)	2	2	2	2	8
	Všeobecné (4)	2	2	2	2	8
	Humanitní (6)	2	2	2	1	7
Radotín	Všeobecné (6)	2	3	3	0	8
Ledina	Všeobecné (4)	2	2	3	0 + 4	7 + 4
	Jazykové (4)	2	2	3	0 + 4	7 + 4
	Matem. a inf. (4)	2	2	3	0 + 4	7 + 4
Poljane	Všeobecné (4)	2	2	2	0 + 4	6 + 4
	Sportovní (4)	2	2	0	0	6
Bežigrad	Všeobecné (4)	2	2	2 + 1	0 + 1	6 + 2
	Sportovní (4)	2	2	2 + 1	0 + 1	6 + 2
Pedagogické	Všeobecné† (4)	2	2	2	0	6
Vič	Všeobecné† (4)	2	2	2	0	6
Moste	Všeobecné (4)	2	2	2	0 + 4	6 + 4
Sežana	Všeobecné† (4)	2	2	2	0	6
	Ekonomické† (4)	0	3	0	0	3

\* Pro jednotlivé ročníky čtyřletých gymnázií nebo odpovídající ročníky víceletých gymnázií. Zápis  $X + Y$  označuje  $X$  hodin biologie a  $Y$  hodin biologického semináře.

\*\* Ve druhém a třetím ročníku je dvouhodinové praktikum každý druhý týden.

\*\*\* V prvním až třetím ročníku je dvouhodinové praktikum každý třetí týden; biologický seminář je jednoletý nebo dvouletý.

† Nepodařilo se zjistit rozsah biologického semináře.

## 2.7 Evoluční gramotnost na školách v zahraničí

Zda mají studenti, kteří končí studium na střední škole, představu o evoluci v rozsahu výše uvedených definic je předmětem zájmu i v zahraničí.

Výuka biologie v evolučním kontextu je problémem především v USA, což lze odvodit již z pouhého faktu, že univerzita v Berkeley považovala za užitečné otevřít webovou stránku s evoluční tematikou nikoliv jen pro studenty, ale i pro učitele (University of California Museum of Paleontology – National Center for Science Education, 2015). Tématu výuky evoluce na školách v USA se věnují speciální instituce, např. National Center for Science Education<sup>2</sup>, National Science Teachers Association<sup>3</sup>, Discovery Institute<sup>4</sup> a další. Výuce evoluce na amerických středních školách se také věnují odborné časopisy (např. *Evolution*), ale i časopisy určené pedagogům (zejména *The American Biology Teacher*). Autoři článků použili metodiku dotazníkových akcí podobných mé (Fuerst, 1984; Crivellaro – Sperduti, 2014). Jejich výsledky zmíním pro porovnání v kapitole 5.

Výzkum v USA se však rovněž zabýval mírou obecného přijetí evoluce veřejností (Lerner, 2000; Miller a kol., 2006; Wiles – Alters, 2011). Zjistilo se, že popularizace vědeckých výsledků a jejich zavádění do výuky vede k příznivějšímu pohledu na evoluci. Obecné přijímání evoluce je totiž negativně ovlivňováno nejen kreacionismem (Moore – Cotner, 2009), ale i nízkou úrovní evolučního vzdělávání studentů středních škol. Pokud si studenti neosvojí základní evoluční pojmy, nemohou evoluci nikdy pořádně porozumět a budou jen reprodukovat naučené definice. Proto je důležité studentům předkládat biologická fakta pokud možno v evolučním kontextu (Lerner, 2000; Allmon, 2011; Alters – Nelson, 2002; Balgopal, 2013).

V Evropě je situace jiná, nejde zde o tak vyhrocený konflikt mezi výukou evoluce a kreacionismem, jako v některých státech USA, a kreacionismus je zde jen okrajovou záležitostí (Clément – Quessada, 2009; Curry, 2009; Großschedl a kol., 2014; Miller a kol., 2006). Přesto ale výzkumy zjistily (Athanasiou a kol., 2012; Großschedl a kol., 2014), že přijímání evoluční teorie v Evropě je do jisté míry kreacionismem ovlivňováno i zde. Kiliç a kol. (2011) zkoumali rovněž další faktory, které ovlivňují přijetí evoluce a postoj vůči ní během vzdělávání budoucích učitelů v Německu a Turecku.

Během přípravy mé diplomové práce byla nezávisle na ní publikována studie „Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol“ (Müllerová, 2012), která se zabývala zjišťováním vědomostí o evoluci a osobních názorů u žáků druhého stupně základních škol a studentů víceletých a čtyřletých gymnázií v České republice. Tato

<sup>2</sup><http://ncse.com/evolution/why-teach-evolution>

<sup>3</sup><http://www.nsta.org/about/positions/evolution.aspx>

<sup>4</sup><http://www.discovery.org/a/2543>

práce byla nepochybně motivována podobnými důvody jako moje diplomová práce a její výsledky jsou významným doplněním mého výzkumu. Podrobněji se jimi budu zabývat při srovnávání v kapitole 5.

# Kapitola 3

## Metodika

Kapitola informuje o sběru dat na jednotlivých gymnáziích, vzniku a účelu evolučního dotazníku a jednotlivých metodách statistického zpracování.

### 3.1 Hlavní cíl práce

Zjistit, zda existuje korelace mezi rozhodnutím studenta maturovat nebo nematurovat z biologie a jeho faktografickými znalostmi z evoluční biologie v České republice a ve Slovinsku. Za tímto účelem chci ověřit následující hypotézy.

- H0: Neexistuje závislost mezi evoluční faktografickou znalostí a rozhodnutím studenta maturovat z biologie.
- H1: Studenti maturující z biologie mají lepší faktografické evoluční znalosti, než studenti nematurující z biologie.

### 3.2 Sběr dat na gymnáziích

Výzkum byl proveden podle Gavory (2000) v České republice (v Praze) ve školním roce 2011/12 na třech gymnáziích (U Libeňského zámku 1, Botičská, Arcibiskupské gymnázium v Praze) a ve školním roce 2012/13 na pěti gymnáziích (U Libeňského zámku 1, Botičská, Arcibiskupské gymnázium v Praze, Litoměřická, Čakovice, Radotín) metodou dotazníkového šetření (Chráska, 2007).

Ve Slovinsku byl výzkum proveden v rámci mého studijního pobytu Erasmus v roce 2012/13 na šesti gymnáziích v Lublani (Ledina, Poljane, Pedagogické gymnázium, Vič, Moste a Bežigrad) a jednoho gymnázia z města Sežana.

Dotazník vyplnilo 943 studentů, z toho v České republice 561 studentů a ve Slovinsku 382 studentů. Celkové shrnutí předkládá tabulka 3.1.

Tabulka 3.1: Počty studentů

Škola	Rok	Maturující	Nematurující	Celkem
Gymnázium U Libeňského zámku 1	2011/12	15	33	48
Gymnázium U Libeňského zámku 1	2012/13	11	73	84
Gymnázium Botičská	2011/12	83	40	123
Gymnázium Botičská	2012/13	37	38	75
Arcibiskupské gymnázium	2011/12	4	30	34
Arcibiskupské gymnázium	2012/13	12	32	44
Gymnázium Litoměřická	2012/13	20	76	96
Gymnázium Čakovice	2012/13	21	24	45
Gymnázium Radotín	2012/13	9	3	12
Celkem Česká republika		212	349	561
Gymnázium Ledina	2012/13	7	76	83
Gymnázium Poljane	2012/13	51	45	96
Gymnázium Bežigrad	2012/13	11	67	78
Pedagogické gymnázium v Lublani	2012/13	8	42	50
Gymnázium Vič	2012/13	35	10	45
Gymnázium Moste	2012/13	16	0	16
Gymnázium Sežana	2012/13	14	0	14
Celkem Slovinsko		142	240	382
Celkem		354	589	943

### 3.2.1 Sběr dat na gymnáziích v České republice

Gymnázium U Libeňského zámku 1 bylo vybráno, protože na něm již probíhal výzkum během přípravy mé bakalářské práce společně s pedagogickou praxí a zároveň se jedná o fakultní školu Univerzity Karlovy. Gymnázium Botičská bylo vybráno, protože se jedná opět o fakultní školu Univerzity Karlovy. Arcibiskupské gymnázium bylo vybráno vzhledem k typu (církevní gymnázium) a vhodné dostupnosti v Praze. Mimo Arcibiskupského gymnázia v Praze (církevní gymnázium) jsou gymnázia, na kterých byla dotazníková šetření prováděna, státní.

Následující školní rok 2012/13 byla spolupráce se zmíněnými školami již snazší, a proto bylo možné počet škol ještě navýšit a to o gymnázium Litoměřická (zde byl již prováděn výzkum během mé bakalářské práce) a gymnázia Čakovice a Radotín na periferii Prahy. Celkově byla spolupráce se školami dobrá a návratnost dotazníků vysoká.



Dotazník vyplňovali studenti třetích a čtvrtých ročníků (případně studenti odpovídajících ročníků víceletých gymnázií), které trvalo maximálně 10–13 minut. Dotazník byl studenty přijat velice pozitivně.

### 3.2.2 Sběr dat na gymnáziích ve Slovinsku

Gymnázia jsem vybírala podle dostupnosti. Dotazníkového šetření se zúčastnila ve Slovinsku všechna státní gymnázia v Lublani. Na gymnázium Sežana bylo provedeno dotazníkové šetření místní studentkou Danijelou Štolfou.

Spolupráce se slovinskými studenty i učiteli byla velice vstřícná a návratnost dotazníků dobrá.

## 3.3 Evoluční dotazník

### 3.3.1 Základní charakteristika dotazníku

První verze dotazníku vznikla v mé bakalářské práci, ve které byla vyzkoušena funkčnost otázek, a s drobnými úpravami v dotazníku byly otázky využity pro diplomovou práci. Zadávaný dotazník je v příloze A.

Otázky v dotazníku se opírají o evoluční znalosti z českého prostředí v RVP G, který studenty vede k evolučnímu vzdělávání. Dotazník se zaměřuje na základní faktografické znalosti o evoluci, kterou se studenti učí na gymnázium s pomocí učitele, středoškolských učebnic apod. Často využívané středoškolské učebnice na gymnáziích v České republice jsou například – Jelínek a Zicháček, (2005) nebo Papáček a kol. (1997).

Dotazník u studentů zjišťuje: znalost evolučních faktů, kterou získávají studenti z nejrůznějších zdrojů během studia na gymnázium (učebnice, učitel, způsob výuky, masmédiá, encyklopedie, internet, atd. ...) a evoluční asociace.

Student na začátku vyplňování dotazníku netuší jeho pravé zaměření. Dotazník slovo „evoluce“ odhaluje v otázce č. 7, do té doby je evoluční téma studentům skryto. Je možné, že i po otázce č. 7, která je zaměřena především na kreslení, bude studentovi stále unikat podstata dotazníku. Proto by měl student nad danými odpověďmi přemýšlet.

Dotazník obsahuje úvodní hlavičku, rozděluje maturující a nematurující studenty z biologie, jednotlivé otázky v dotazníku jsou ve speciálním pořadí, závěrem dotazníku je poděkování a informace o zveřejnění obrázků z dotazníku do této práci. Dotazník má během vyplňování určitý spád. Zároveň je možné, aby dotazník kdokoliv zadal a za 10–13 minut jej opět vybral. Tímto způsobem byly sjednoceny podmínky při vyplňování dotazníku u všech studentů.

Dotazník obsahuje různé typy otázek: otevřené, uzavřené dichotomické, částečně uzavřené s výběrem odpovědi, uzavřené seřadovací a otázku zaměřenou na nákres, a to vše ve speciálním pořadí. Některé otázky slouží pro „odreagování“ studenta, jiné zjišťují evoluční faktografickou znalost studenta a další se zaměřují na evoluční asociace. Dotazník se tímto způsobem vyhne systematickému vyplňování. Na konci otázek v dotazníku je vždy uvedeno, zda mají studenti zakroužkovat jednu nebo více správných odpovědí.

### 3.3.2 Otázky zaměřené na evoluční faktografické znalosti (dle RVP G)

Následující otázky v této kapitole byly použity pro celkové statistické vyhodnocení. Otázky zjišťují evoluční faktografické znalosti studentů a tyto výsledky jsou statisticky hodnoceny. Jedná se o otázky č. 1, 2, 3, 9, 10 a 13 v dotazníku (příloha A). Tučným písmem jsou v následujícím textu vyznačeny správné odpovědi (autorské řešení).

#### Otázka č. 1

| Co bylo dřív: a) Eukaryota nebo **b) Prokaryota?**

Uzavřená dichotomická otázka zjišťovala, zda si student uvědomuje vznik nejdříve jednobuněčných heterotrofních organismů, poté vývoj v komplikovanější a efektivnější živé formy – autotrofní organismy – eukaryota.

Správná odpověď je b) za 1 bod a nesprávná odpověď je a). Pokud student nezakroužkoval ani jednu z možností, znamená to, že na otázku neznal odpověď (tuto znalost získávají studenti na začátku studia v 1. ročníku na střední škole) a odpověď byla hodnocena jako nesprávná a tedy za 0 bodů.

U dichotomických otázek jsem se však s případem, že by student odpověď nevyplnil téměř nesetkala.

V RVP G se k této otázce vztahuje kapitola Obecná biologie, v očekávaném výstupu: žák porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi (učivo: vznik a vývoj živých soustav; evoluce) a kapitola Biologie bakterií, v očekávaném výstupu: žák charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska (učivo: stavba a funkce bakterií) tak, aby student rozpoznal heterotrofní organismus od autotrofního.

## Otázka č. 2

Ze které doby se zachovaly nejstarší stopy života a jaké to jsou?

- a) časový údaj: **prekambrium, archaikum, prahory, 3,7 až 3,5 mld. l**
- b) fosilní údaj (nejstarší stopy života): **stromatolity, sinice, archaea, bakterie, prokaryota**

Otevřená otázka zjišťovala, zda si student uvědomuje vznik života na Zemi (časový údaj) včetně důkazů (fosilní údaj) – např.: stromatolitů. Jejich „moderní“ příbuzní jsou dnešní sinice, které můžeme potkat prakticky kdekoliv.

Otázka se zaměřuje na dva údaje zároveň. Jedná se ale o otázku otevřenou, její hodnocení tedy nebylo obtížné, a proto ji dále zařazují do statistického zpracování jako dvě na sebe navazující otázky: 2a) časový údaj, 2b) fosilní údaj. Za každou správně zodpovězenou část otázky mohl student získat po 1 bodu, celkem tedy 2 body za celou otázku včetně obou částí a) i b).

V RVP G se k této otázce vztahuje kapitola Obecná biologie, v očekávaném výstupu: žák porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi (učivo: vznik a vývoj živých soustav; evoluce) a kapitola Biologie bakterií, v očekávaném výstupu: žák charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska (učivo: stavba a funkce bakterií) nyní myšleno na fosilní dochování stromatolitů (autotrofních sinic).

## Otázka č. 3

Nejstarší organismy na Zemi upřednostňovaly a) kyslíkatou, nebo b) **bezokyslíkatou atmosféru?** (správnou odpověď zakroužkujte)

Uzavřená dichotomická otázka zjišťuje, zda si studenti uvědomují, že zde kyslík v minulosti nebyl v takové koncentraci, jako je dnes. V původní atmosféře mohly existovat jen organismy, které byly přizpůsobené tehdejšími podmínkami. Vyšší koncentraci kyslíku v atmosféře poté zapříčinily organismy autotrofní.

Správná odpověď je b), která byla hodnocena 1 bodem. Nesprávná odpověď je a). Pokud student nezakroužkoval ani jednu z možností, znamená to, že na otázku opět neznal odpověď a hodnocení bylo jako nesprávná odpověď a tedy 0 bodů.

V RVP G se k této otázce vztahuje kapitola Obecná biologie, v očekávaném výstupu: žák porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi (učivo: vznik a vývoj živých soustav; evoluce).

### Otázka č. 9

Co je příčinou biodiverzity (rozmanitosti živé přírody)? (je možné více odpovědí)

- a) **přírodní podmínky**
- b) **rozmanitost genotypu**
- c) **různé životní prostředí**
- d) Bůh
- e) **evoluce**
- f) **přírodní výběr**
- g) **odlišný vývoj (fyzicko-geografické překážky)**
- h) **změny genetické informace, mutace**
- i) otáčení Země kolem své osy
- j) **adaptace populace**
- k) jiné

Částečně uzavřená otázka s výběrem odpovědi se zabývá evolučním vlivem na biodiverzitu. Student měl ve své odpovědi projevít znalost existence přírodního výběru, rozmanitosti genotypu, evoluce, změny genetické informace, mutace, adaptace populace a vzít i v úvahu odlišný vývoj způsobený fyzicko-geografickou přírodní podmínkou v životním prostředí.

Správné odpovědi jsou a), b), c), e) f), g), h), j), ostatní odpovědi jsem hodnotila jako nesprávné: d) Bůh (dotazník je používán výhradně pro biologický výzkum) a j). Možnost jiné využilo velice málo studentů a jejich odpovědi byly buď chybné, nebo nesrozumitelné.

Otázka byla hodnocena bodovým systémem +0,5 bodu za každou správnou zakroužkovanou odpověď i za každou nezakroužkovanou chybnou odpověď. Tento způsob bodování zmírní rozdíly mezi studenty, kteří nad odpovědí přemýšleli od studentů, kteří ji bezmyšlenkovitě zakroužkovali. Student mohl získat maximálně 5 bodů.

Během hodnocení vyvstal problém, jak hodnotit poslední možnost k), kam mohl student napsat svůj názor (písemně upřesnit nebo rozšířit svoji odpověď). Studenti možnost k) – málo využívali, jako odpověď uváděli synonyma předcházejících možností, jejich odpověď nesouvisela s tématem, případně byl problém s překladem u slovinských studentů. Z tohoto důvodu jsem se zde rozhodla pro nestandardní postup a možnost k) nehodnotit, protože by toto hodnocení znevýhodnilo studenty, kteří odpověděli správně a zároveň neopisovali odpovědi z předdefinovaných možností otázky do k). Tento postup

se týká i všech dalších částečně uzavřených otázek s výběrem odpovědi (otázky č. 10, 13).

RVP G tuto otázku podporuje kapitolou Genetika, s očekávaným výstupem: žák využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů (učivo: dědičnost a proměnlivost, genetika populací).

#### Otázka č. 10

Má zoologie nějakou souvislost s paleontologií (vědou o zvířatech existujících v minulosti)?

- a) ne, nemá žádnou souvislost
- b) **ano, hledají podobnosti mezi vyhynulými a recentními organismy**
- c) **ano, hledají společného předka**
- d) ano, ale pouze ve vývoji člověka
- e) jiné

Otázka je částečně uzavřená s výběrem odpovědi. Jedná se o porovnávání a hledání podobností mezi vyhynulými a recentními organismy na základě fosilních nálezů (hmatatelné doklady evoluce) a k odhalení společného předka. Student měl prokázat znalost souvislosti mezi zoologií a paleontologií.

Správná odpověď byla b) a c). Student mohl získat maximálně 2 body. Otázka byla hodnocena bodovým systémem +0,5 bodu za každou správnou zakroužkovanou odpověď i za každou nezakroužkovanou chybnou odpověď.

RVP G otázku podporuje kapitolou Obecná biologie, očekávaným výstupem: žák odvodí hierarchii recentních organismů ze znalostí o jejich evoluci (učivo: vznik a vývoj živých soustav; evoluce) a Biologií živočichů, očekávaný výstup: žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů (učivo: systém a evoluce živočichů).

#### Otázka č. 13

Co je podle vašeho názoru nejdůležitější pro EVOLUCI? (je možné více odpovědí)

- a) metabolismus
- b) **rozmnožování**
- c) dráždivost
- d) dýchání
- e) Slunce
- f) **genetická informace**
- g) pohyb

- h) buňka
- i) **dědičnost**
- j) **adaptace organismu na prostředí**
- k) růst
- l) jiné

Otázka je částečně uzavřená s výběrem odpovědi. Zjišťuje, zda student zná mechanismy evoluce, i když v nabídce nejsou vyjmenované všechny dopodrobna. Student má prokázat, že se v tématu orientuje, uvědomuje si důležitost mutací v genetické informaci za vzniku nových druhů, které jsou vhodnou mutací zvýhodňovány (a tedy adaptovány) v prostředí. To může být ovlivněno fyzicko-geografickou překážkou. Evoluce je patrná až po několika generacích, nikoliv na jednotlivci, proto je pro ni důležité rozmnožování.

Správná odpověď v otázce je b), f) i) a j). Otázka byla hodnocena bodovým systémem +0,5 bodu za každou správnou zakroužkovanou odpověď i za každou nezakroužkovanou chybnou odpověď. Student mohl získat maximálně 5,5 bodů.

RVP G tuto otázku podporuje kapitolou Genetika, s očekávaným výstupem: žák využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů (učivo: dědičnost a proměnlivost, genetika populací) a kapitolou Biologie živočichů, očekávaný výstup: žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů (učivo: systém a evoluce živočichů).

### 3.3.3 Otázky zaměřené na evoluční asociace (dle RVP G)

Tyto otázky se neúčastnily celkového statistického vyhodnocení a jejich výsledky jsou v práci předloženy jednotlivě, bez jakékoliv souvislosti. Předkládají výsledek evolučního porozumění v souvislostech a evoluční asociace.

Otázky nebylo možné statisticky vyhodnotit, protože jsou již velmi specifické a nemají jednoznačný typ správné odpovědi ani jiné kompetence, které bylo možné statisticky měřit. Jedná se o otázky v dotazníku (příloha A) č. 7, 11, 12, a 15.

#### Otázka č. 7

Namalujte obrázek nebo obrázky, který/é podle vás dokládají evoluci (namalujte váš poznatek, který dokládá evoluci = vaši představu evoluce).

Otázka se zabývá kreslením obrázku, který by dokládal evoluci. Zjišťuje studentovu představu o evoluci a jeho evoluční asociaci.

RVP G tuto otázku může podporovat kapitolou Biologie člověka, očekávaný výstup: žák podle předloženého schématu popíše a vysvětlí evoluci člověka (učivo není speci-

fikováno). Schéma zde konkrétně může být chápáno jako pouhý vývoj člověka, nikoliv veškerých druhů v celé jejich diverzitě. Dále může RVP G podporovat otázku kapitolou Biologie živočichů, očekávaný výstup: žák popíše evoluci a adaptaci jednotlivých orgánových soustav (učivo: morfologie a anatomie živočichů, fyziologie živočichů, systém a evoluce živočichů, živočichové a prostředí). Spíše by bylo vhodnější hledat pak odpovědi na tuto otázku v zadaném učivu RVP G než přímo v očekávaných výstupech.

Tato otázka tedy odpovídá očekávaným výstupům jen z části. Výsledné hodnocení otázky nezasahuje do celkového statistického vyhodnocování.

### Otázka č. 11

Seřadte organismy tak, jak si myslíte, že na Zemi postupně vznikaly.



pták



korýš



obojživelník



bakterie



plaz



člověk



ryba

Otázka je uzavřená seřadovacího typu a je kvantitativně hodnocena s důrazem na různé typy odpovědí studentů. Studenti mají u sedmi obrázků pomocný popis, který se zaměřuje na taxony (nikoliv organismy). Otázka zjišťuje české a slovinské evoluční uvažování v souvislostech a je zaměřená především na postupný vznik organismů. Její výsledek nezasahuje do celkového statistického hodnocení dotazníku.

Během odpovědi na otázku si měli studenti uvědomit jednotlivé adaptace taxonomických skupin organismů od jednoduchých po komplikovanější.

Studenti mají nejdříve začít prokaryotním organismem, jak napovídala již otázka č. 1. a jako (1) volit bakterii. Poté se měli zaměřit na vznik života ve vodě, který charakterizují (2) korýši. Dále pak (3) ryby. Organismy se poté dostávají na souš, ale z počátku jsou pořád k vodě vázáni (například při rozmnožování) a proto měli studenti volit (4) obojživelníka. Pokud student postupoval i nadále stejným způsobem (1 číslo k 1 obrázku), neměl šanci si uvědomit, že první praptáci vznikali společně vedle dinosaurů. Podobnost plazí šupiny a ptačího pera je toho důkazem. Student tedy mohl dát k oběma obrázkům stejné číslo (5) nebo (5 + 6). Další možné pořadí je i (5) plazi a (6) ptáci, ale pouze tehdy, uvažujeme-li o nejstarším zástupci plazů a nejmladším zástupci ptáků (recentní ptáky). Z jednotlivých čísel však není možné vydedukovat, jak student přesně postupoval s volbou odpovědi.

RVP G tuto otázku podporuje kapitolou Biologie bakterií, v očekávaném výstupu: žák charakterizuje bakterie z ekologického, zdravotnického a hospodářského hlediska (učivo: stavba a funkce bakterií), kapitolu Biologie živočichů, očekávaný výstup: žák

charakterizuje hlavní taxonomické jednotky živočichů a jejich významné zástupce; žák popíše evoluci a adaptaci jednotlivých orgánových soustav; žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů; žák pozná a pojmenuje (s možným využitím různých informačních zdrojů) významné živočišné druhy a uvede jejich ekologické nároky (učivo: morfologie a anatomie živočichů, fyziologie živočichů, systém a evoluce živočichů, živočichové a prostředí) a kapitulu Biologie člověka, očekávaný výstup: žák podle předloženého schématu (obrázek v dotazníku) popíše a vysvětlí evoluci člověka (učivo není specifikováno). Výsledky nezasahují do celkového statistického hodnocení dotazníku.

### **Otázka č. 12**

| Napište vlastními slovy co nejstručnější definici pojmu „evoluce“.

Cílem otázky bylo zjistit, jakou mají studenti představu o nejstručnější definici evoluce. Pro hodnocení této otázky bylo nutné nejdříve zjistit definice evoluce v České republice, Slovinsku a celkově ve světě (viz části 2.1 a 2.2). Výsledkem jsou definice evoluce, které byly během dotazníkového šetření shromážděny a s pomocí nejčastějších odpovědí sestavené nejatraktivnější kategorie definic evoluce.

Otázka nerozlišuje studenty, kteří evoluční definici sami zformulovali, a kteří ji případně měli naučenou nazpaměť. Je zcela nepravděpodobné, že by se student mohl přímo nazpaměť učit definici evoluce, a proto se domnívám, že otázka zahrnuje evoluční uvažování v souvislostech oproti naučeným faktům.

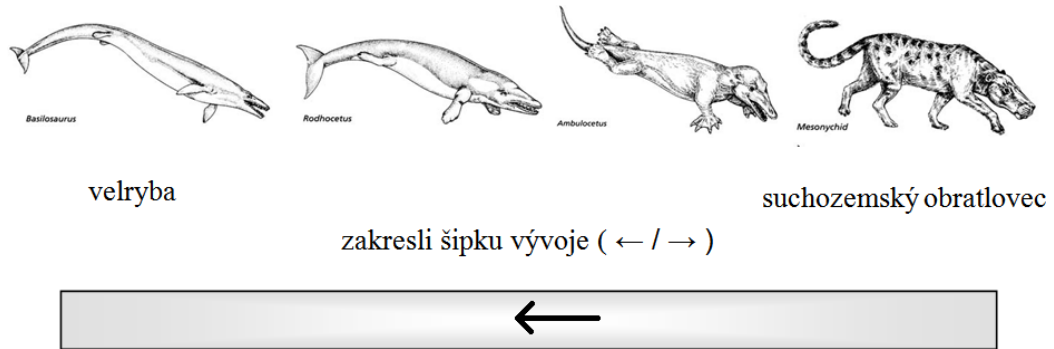
Ze strany RVP G je podpora této otázky komplikovanější, neboť evoluční tematika je roztroušena mezi jednotlivé kapitoly. Definice evoluce se tedy týká hned několika kapitol, kde by bylo možné ji prezentovat: Obecná biologie, v očekávaném výstupu: žák porovná významné hypotézy o vzniku a evoluci živých soustav na Zemi (učivo: vznik a vývoj živých soustav; evoluce), kapitola Biologie živočichů, očekávaný výstup: žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů (učivo: systém a evoluce živočichů) a kapitola Genetika, s očekávaným výstupem: žák využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů (učivo: dědičnost a proměnlivost, genetika populací). Výsledky nezasahují do celkového statistického hodnocení dotazníku.



### Otázka č. 15

Co podle tvého názoru tento obrázek v rámečku vyjadřuje? Nakreslete šipku vývoje.

- a) přechod obratlovců z vodního prostředí na souš
- b) **přechod obratlovců ze souše zpět do vodního prostředí**



Otázka měla studenta pomocí obrázku od National Academy of Science ze strany 18 (1998) nabádat k úvaze o vzniku velryb (poznámka k obrázku - Mesonichus zaměněn za Mesonichida). Obrázek znázorňuje evoluční původ velryb, které se postupně vyvinuly ze suchozemských savců a adaptovaly se na život ve vodním prostředí. Dýchají však vzdušný kyslík, a proto se musí neustále nadechovat u hladiny. Dále například morfologie horizontální ocasní ploutve. Tyto a další znalosti o savcích mohou být studentovi velice vhodnou nápovědou ke správné odpovědi. Studenti v otázce využívají proto nejen nabídku dvou typů odpovědi (a, b), ale svou odpověď navíc graficky podpoří nákresem vývojové šipky.

Správnou odpovědí byla odpověď v první části otázky možnost b) a ve druhé části otázky směr vývojové šipky doleva (←). Otázka byla hodnocena bodovým systémem +0,5 bodu za každou správnou zakroužkovanou odpověď i za každou nezakroužkovanou chybnou odpověď. Student mohl získat maximálně 2 body. Otázka bude tedy kvantitativně předkládat souhrn možností, které byly studenty využívány, ale nezasahují do celkového statistického hodnocení dotazníku.

RVP G tuto otázku podporuje kapitolou Biologie živočichů, očekávaný výstup: žák objasní principy základních způsobů rozmnožování a vývoj živočichů (učivo: systém a evoluce živočichů).

### 3.3.4 Nehodnocené otázky

Tyto otázky se neúčastnily celkového statistického zpracování ani jednotlivého vyhodnocení. Patří sem otázky z dotazníku č. 4, 5, 6, 8 a 14, které nejsou hodnoceny a dále už je práce neobsahuje. Některé otázky měly studentovi pouze skrývat zaměření dotazníku po určitý čas. Jiné nebylo možné hodnotit z důvodu nepřesné formulace, nebo že

studenti nemají potřebné pomůcky během výuky biologie (např.: učebnice, na které se otázky odvolávaly), což vyhodnocení otázky znemožnilo.

#### Otázka č. 4

Jsou znalosti o zvířatech důležité také pro ty, kteří budou mít technické nebo jakékoliv jiné nebiologické povolání a pokud ano, v čem?

Otázka sloužila pro odvedení studentovy pozornosti od tématu v dotazníku a k odreagování. Neexistuje na ni špatná odpověď a měla studenta motivovat k jakékoliv odpovědi a přesvědčení, že i ostatní otázky v dotazníku mají jednoduchou odpověď tak, aby student dotazník vyplnil bez obav (i když se jedná o částečné prodloužení času při vyplňování dotazníku).

#### Otázka č. 5

Na základě jakého principu (tzn. podle čeho) byl vytvořen systém živočichů, který je uveden ve vaší učebnici zoologie?

- a) na základě společných znaků (příbuznosti)
- b) podle C. Linného
- c) **na základě fylogeneze**
- d) na základě paleontologie
- e) na základě evolučního vývoje
- f) jiné

Otázka v této práci nakonec hodnocena nebude z několika důvodů.

Nejdříve nebyla uvažována možnost, že na některých školách může probíhat výuka biologie bez učebnice. Někteří studenti České republiky i studenti Slovinska na gymnáziu učebnici opravdu nemají. Je pro ně stěžejní výklad učitele v hodině a zápis v jejich sešitech. Tématem této práce není ale hodnotit učitele a kvalitu vyučovacích hodin (do jaké míry se učitel podílí na zkvalitnění evolučních faktografických znalostí studentů), a proto otázka není v této práci dále hodnocena.

RVP G tuto otázku podporovalo kapitolou Biologie živočichů, očekávaný výstup: žák popíše hlavní taxonomické jednotky živočichů a jejich významné zástupce (učivo: systém a evoluce živočichů).

#### Otázka č. 6

Vyjádřete stručnou formou nejdůležitější obecný poznatek, který jste se ze všech vyučovacích hodin zoologie dozvěděl(a).

Otázka opět sloužila pro odvedení studentovi pozornosti od tématu v dotazníku a k odreagování studenta. Neexistuje na ni špatná odpověď. Otázka je mírné náročnosti, a proto je umístěna hned na začátku dotazníku tak, jako otázka č. 4, aby měl dotazník určitý spád obtížnosti. Student zodpověděl jednodušší otázky na začátku dotazníku, a pak pokračoval ve vyplňování již obtížnějších otázek. Otázka neměla souvislost s RVP G.

#### Otázka č. 8

Myslíte si, že člověk je dnes tvarově a velikostí stejný jako v době Karla IV.?

- a) ano, dnes je člověk stejný jako ve 14. století
- b) ne, dnes je člověk nižší
- c) **ne, dnes je člověk vyšší**
- d) jiné

Otázka byla studenty chápána pozitivně jak v České republice, tak ve Slovinsku. Měla velmi vysoké procento kladných odpovědí, i když její zadání je sporné, protože zjišťuje dva údaje naráz: tvar člověka a jeho výška. Odpověď v kroužkovém podání na první údaj (velmi často správně) je v některých případech doprovázená odpovědí v písemné podobě i na údaj druhý (leckdy nepřesný a chybný). Někteří studenti tedy zodpověděli oba údaje což původně nebylo úmyslem otázky. Je proto nespravedlivé tuto otázku bodově hodnotit a zařadit ji tak do celkového bodového shrnutí, z důvodu nepřesné formulace otázky a různých odpovědí studentů. Otázka v celkovém hodnocení dotazníku nebude.

RVP G tuto otázku podporovalo kapitolou Biologie člověka, očekávaný výstup: žák podle předloženého schématu popíše a vysvětlí evoluci člověka (učivo není specifikováno) jen zčásti, protože se jedná o kratší časový úsek (14. století).

#### Otázka č. 14

Co je to přirozený výběr a jaká je jeho role? (je možné více odpovědí)

- a) přežije nejsilnější jedinec na základě fyzických sil, slabý jedinec umírá
- b) **přežije nejschopnější jedinec nejvýhodnějšího genotypu**
- c) přežije jedinec s nejvyšší schopností reprodukce
- d) **proces, který selektuje nejvýhodnější genetickou informaci v populaci**
- e) jiné

Otázka se zabývá přirozeným výběrem (Darwin, 1953). První tři možnosti a), b), c), se zaměřují na jednotné číslo – jedinec, kdy bohužel není jasné, zda se jedná o jedince jako

organismus, či o jednotku jako je druh. Odpověď d) klade důraz na populace (zabývá se množným číslem). Otázka podsouvá odpovědi v jednotném i množném čísle zároveň a tím mohlo dojít ke zmatení studenta. Z tohoto důvodu otázku v této práci hodnotit nebudu, protože by výsledky neodpovídaly skutečnosti.

RVP G tuto otázku podporovalo kapitolou Genetika, s očekávaným výstupem: žák využívá znalosti o genetických zákonitostech pro pochopení rozmanitosti organismů (učivo: dědičnost a proměnlivost, genetika populací).

### 3.3.5 Bodování otázek v dotazníku

Tabulka 3.2 předkládá hodnocení vybraných otázek v dotazníku. Celkem bylo možné získat 16,5 bodů. Otázky měly různé bodování, protože byly různě obtížné. Nejvyšší počet bodů má otázka č. 13, protože zde bylo nejvíce možností. Nejméně bodů má naopak otázka č. 1 a 3, protože se jedná pouze o otázky dichotomické.

Tabulka 3.2: Bodové hodnocení vybraných otázek z dotazníku

Otázka (obsahové shrnutí otázky)	Bodové hodnocení
Otázka č. 1 (vznik prokaryotních organismů)	1 b.
Otázka č. 2 (nejstarší datované stopy života)	2 b.
Otázka č. 3 (prvotní atmosféra)	1 b.
Otázka č. 9 (příčiny biodiverzity)	5 b.
Otázka č. 10 (vztah zoologie a paleontologie)	2 b.
Otázka č. 13 (vybrané mechanismy evoluce)	5,5 b.
Celkem	16,5 b.

Otázka uzavřená dichotomického typu byla hodnocena: + 1 bod za správnou odpověď, 0 bodů za nesprávnou odpověď. Otázka uzavřeného typu s výběrem odpovědi byla hodnocena: + 0,5 bodu za každou správnou zakroužkovanou odpověď i za každou nezakroužkovanou chybnou odpověď.

Částečně uzavřené otázky s výběrem odpovědi byly hodnoceny jako otázka č. 9 (viz strana 20).

## 3.4 Metody statistického zpracování dat

Všechny statistické testy byly prováděny s hladinou významnosti  $\alpha = 0,05$ .

### 3.4.1 Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA)

Cílem je analyzovat, zda je (statisticky) významný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty v evolučních faktografických znalostech. Individualita jednotlivých zemí je ale ovlivněna prvotním (českým) prostředím, ze kterého dotazník vycházel, a rovněž odlišnými vzdělávacími programy (osnovami). Z těchto důvodů byla použita vícefaktorová analýza rozptylu, kterou původně odvodil R. A Fisher (Chráška, 2007), protože zohlední volbu maturity i vliv vzdělávání v daném státu.

Pro konkrétní vícenásobné porovnání rozdílů (mezi maturujícími a nematurujícími studenty z obou zemí) z výsledků analýzy ANOVA byl jako post-hoc test použit Tukeyho test (Tukey, 1949).

### 3.4.2 Chí-kvadrát test

U otázek, účastnících se výsledné statistiky, byl použit Chí-kvadrát test (Chráška, 2007) pro opakované ověření a potvrzení hypotéz. Hlavním sledovaným faktorem výzkumu byl rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty a rozdíl mezi studenty České republiky a Slovinka v evolučních faktografických znalostech.

# Kapitola 4

## Výsledky

Kapitola shrnuje základní rozložení dat, které dále testovala ANOVA, Tukey-test a Chí-kvadrát test. Dále kapitola předkládá jednotlivé vyhodnocení všech otázek v dotazníku.

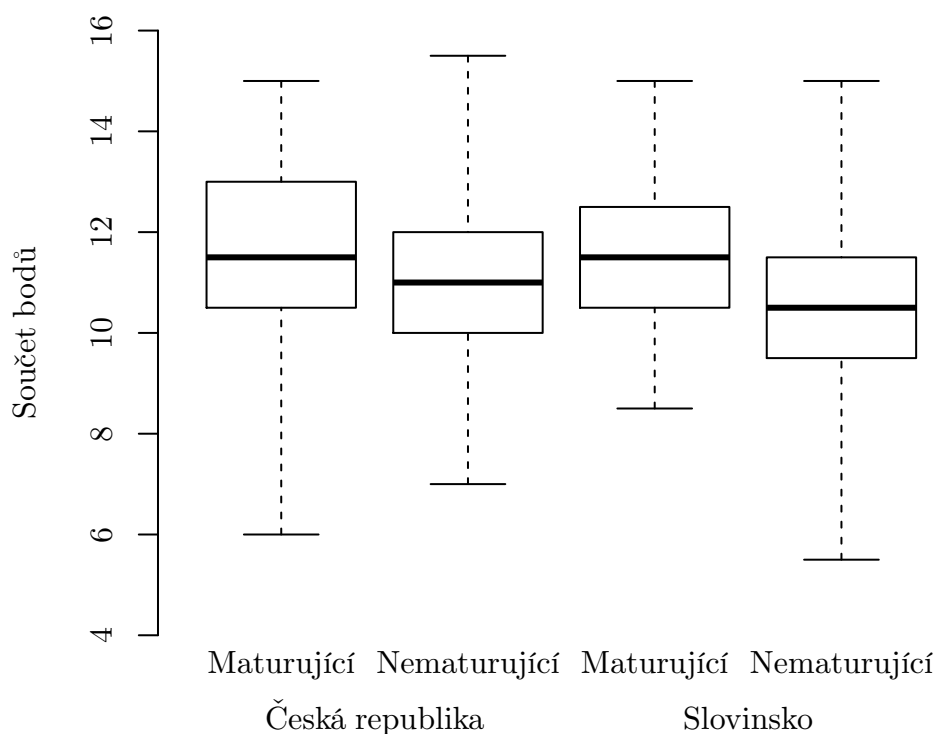
### 4.1 Statistické vyhodnocení dotazníku

Výsledky z evolučního dotazníku shrnuje celkem 6 vybraných otázek (část 3.3.2), které se zabývaly zkoumáním evolučních faktografických znalostí studentů České republiky a Slovinska.

Maximální počet bodů z dotazníku byl 16,5 bodů, kterého nedosáhl žádný student. Zároveň žádný student neměl méně, než 5,5 bodů. Nejvyšší počet bodů (15,5 bodů) získal nematurující student z České republiky, což mohla způsobit prvotní orientace dotazníku na české prostředí. Nejnižší počet bodů (5,5 bodů) získal nematurující student Slovinska. Nejčastější bodové hodnocení je 11 bodů, kterého dosáhlo celkem 121 studentů.

Podrobnější prvotní bodové rozložení jednotlivých skupin (maturující studenti České republiky, nematurující studenti České republiky, maturující studenti Slovinska, nematurující studenti Slovinska) předkládá krabicový graf na obrázku 4.1, konkrétní číselné hodnoty shrnuje tabulka 4.1. Mediány ani ostatní veličiny jednotlivých skupin se příliš neliší a jednotlivé krabice i úsečky směrodatných odchylek se vzájemně překrývají. Není zde tedy patrný významný rozdíl v bodovém zisku z dotazníku u jednotlivých skupin.

Obrázek 4.1: Počet bodů z dotazníku



Úsečky směrodatných odchylek (whisker) v krabicovém grafu znázorňují minimum a maximum získaných bodů pro jednotlivé kategorie.

### 4.1.1 Vícefaktorová analýza rozptylu (ANOVA)

Graf na obrázku 4.1 naznačuje rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty, ale také rozdíl mezi studenty české republiky a Slovinska. Proto byla použita ANOVA (3.4.1), která tyto faktory zohlednila.

Jako nezávislá proměnná slouží jednotlivé kategorie (maturující studenti, nematurující studenti, Česká republika, Slovinsko), jako závislá proměnná slouží celkový počet bodů z dotazníku. Výsledná p-hodnota byla velmi nízká ( $2,92 \cdot 10^{-13}$ ) – mezi některými skupinami existuje statisticky významný rozdíl.

Výsledky Tukeyho testu (tabulka 4.2) prokazují rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty v obou zemích.

### 4.1.2 Chí-kvadrát test

Výsledky testu potvrzovaly průkazné rozdíly mezi maturujícími a nematurujícími studenty (České republiky a Slovinska) a jejich faktografickými evolučními znalostmi.

Tabulka 4.1: Celkové vyhodnocení dotazníku: statistický přehled

	Česká republika		Slovinsko	
	Maturující	Nematurující	Maturující	Nematurující
Počet studentů	212	349	142	240
Průměr	11,7	11,0	11,4	10,5
Minimum	6,0	7,0	8,5	5,5
První kvartil	10,5	10,0	10,5	9,5
Medián	11,5	11,0	11,5	10,5
Třetí kvartil	13,0	12,0	12,5	11,5
Maximum	15,0	15,5	15,0	15,0

S výjimkou počtu studentů tabulka zobrazuje hodnoty odvozené od součtu bodů z vybraných otázek v dotazníku.

Tabulka 4.2: Výsledky post-hoc Tukeyova testu

Porovnávané kategorie	p-hodnota
Maturující a nematurující studenti České republiky	< 0,0001
Maturující studenti České republiky a Slovinska	0,3741
Maturující studenti České republiky a nematurující studenti Slovinska	< 0,0001
Maturující studenti Slovinska a nematurující studenti České republiky	0,1376
Nematurující studenti České republiky a Slovinska	0,0005
Maturující a nematurující studenti Slovinska	< 0,0001

V otázkách č. 1, 2a, 2b a 3, byl test použit podle získaných bodů (0, 1). V otázce č. 9 byli studenti rozděleni do tří bodových skupin (0 – 1,5; 2 – 3,5; 4 – 5 bodů), protože některého bodového hodnocení (například 0,5 bodu) dosáhl jen malý počet studentů, což se negativně projevovalo na stabilitě statistického testu.

Obdobný postup byl proveden u otázky č. 10, kde byli studenti rozděleni do dvou bodových skupin (0 – 1; 1,5 – 2 bodů) a u otázky č. 13, kde byli studenti rozděleni opět do tří bodových skupin (0 – 2,5; 3 – 4; 4,5 – 5,5 bodů). Výsledky testu shrnuje tabulka 4.3.



Tabulka 4.3: Výsledky chí-kvadrát testu pro vybrané otázky

Otázka Porovnávané kategorie	Statistika	Stupně volnosti	p-hodnota
1 (vznik prokaryotních organismů)			
Maturující × nematurující v České republice	10,650	1	0,0011 ***
Maturující × nematurující ve Slovinsku	0,984	1	0,3212
Maturující × nematurující (obě země)	10,500	1	0,0012 ***
Česká republika × Slovinsko	16,135	1	< 0,0001 ***
2 (nejstarší datované stopy života – časový údaj)			
Maturující × nematurující v České republice	5,074	1	0,0243 **
Maturující × nematurující ve Slovinsku	0,784	1	0,3760
Maturující × nematurující (obě země)	0,635	1	0,4257
Česká republika × Slovinsko	40,819	1	< 0,0001 ***
2 (nejstarší datované stopy života – fosilní údaj)			
Maturující × nematurující v České republice	1,401	1	0,2365
Maturující × nematurující ve Slovinsku	2,482	1	0,1152
Maturující × nematurující (obě země)	2,919	1	0,0875
Česká republika × Slovinsko	35,484	1	< 0,0001 ***
3 (prvotní atmosféra)			
Maturující × nematurující v České republice	17,649	1	< 0,0001 ***
Maturující × nematurující ve Slovinsku	6,804	1	0,0091 ***
Maturující × nematurující (obě země)	24,041	1	< 0,0001 ***
Česká republika × Slovinsko	1,957	1	0,1619
9 (příčiny biodiverzity)			
Maturující × nematurující v České republice	18,405	2	0,0001 ***
Maturující × nematurující ve Slovinsku	11,933	2	0,0026 ***
Maturující × nematurující (obě země)	29,383	2	< 0,0001 ***
Česká republika × Slovinsko	23,098	2	< 0,0001 ***
10 (vztah zoologie a paleontologie)			
Maturující × nematurující v České republice	6,821	1	0,0090 ***
Maturující × nematurující ve Slovinsku	5,564	1	0,0183 **
Maturující × nematurující (obě země)	11,662	1	0,0006 ***
Česká republika × Slovinsko	27,908	1	< 0,0001 ***
13 (vybrané mechanismy evoluce)			
Maturující × nematurující v České republice	10,506	2	0,0052 ***
Maturující × nematurující ve Slovinsku	20,436	2	< 0,0001 ***
Maturující × nematurující (obě země)	29,209	2	< 0,0001 ***
Česká republika × Slovinsko	29,909	2	< 0,0001 ***

\*\*\* pro p-hodnotu menší než 0,01; \*\* pro p-hodnotu menší než 0,05

## 4.2 Otázky zaměřené na evoluční faktografické znalosti studentů

Tyto otázky byly zahrnuty do celkového statistického vyhodnocení, protože obsahují jednoznačnou odpověď, výsledky jsou měřitelné a lze je statisticky vyhodnotit.

### 4.2.1 Otázka č. 1

| Co bylo dřív: eukaryota nebo prokaryota?

Maturující studenti České republiky odpověděli na otázku správně z 86,8% a nematurující studenti z 75,4%. Maturující studenti Slovinska odpověděli na otázku správně z 91,5% a nematurující studenti z 88,3%. Vyšší úspěšnost odpovědí na otázku měli maturující studenti ze Slovinska o 4,7%. Z grafu na obrázku 4.2 vyplývá, že maturující studenti z biologie jak se Slovinsku, tak v České republice odpověděli na tuto otázku častěji správně, než nematurující studenti obou zemí.

Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 potvrzují průkazný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky v této otázce (p-hodnota je 0,0011). Maturující studenti České republiky si uvědomují vznik nejdříve jednobuněčného heterotrofního organismu lépe, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska v této otázce prokázán nebyl (p-hodnota je 0,3212). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí je opět v této otázce průkazný (p-hodnota je 0,0012) a rozdíl mezi studenty obou zemí je průkazný také (p-hodnota je menší než 0,0001).

### 4.2.2 Otázka č. 2

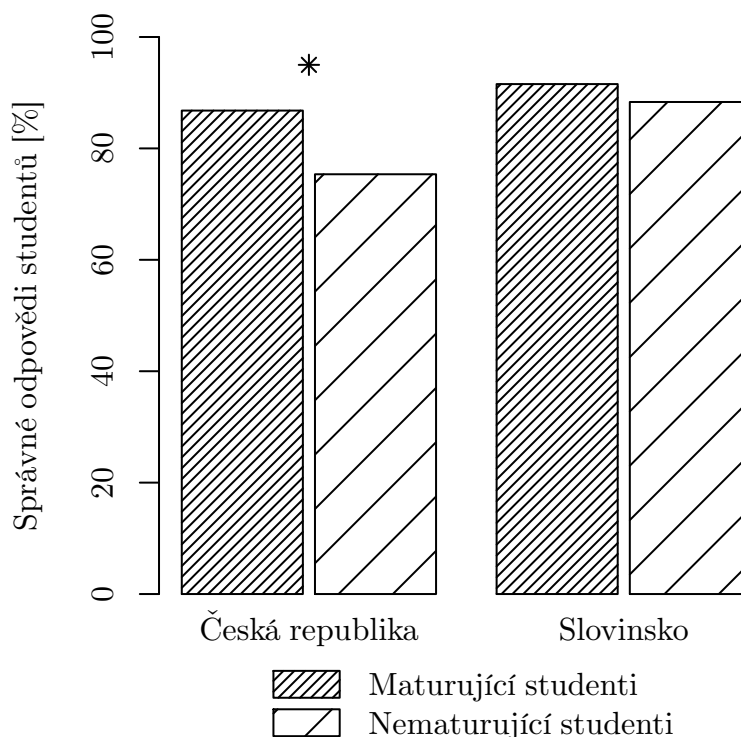
| Ze které doby se zachovaly nejstarší stopy života a jaké to jsou?

Z vyššího počtu nesprávných odpovědí vyplývá, že studenti měli s otázkou potíže.

První část otázky se zaměřuje na a) časový údaj, který shrnuje obrázek 4.3. Maturující studenti České republiky odpověděli na časový údaj správně z 17,8% a nematurující studenti z 11,2%. Maturující studenti Slovinska odpověděli správně z 28,2% a nematurující studenti z 32,5%. V České republice mají maturující studenti více správných odpovědí než studenti nematurující. Ve Slovinsku je ale situace přesně obrácená a to o 4,3%.

Během vyhodnocování byl problém jak hodnotit termín „pravěk“, protože se s ním setkávají studenti převážně v dějepisu, nikoliv v biologii. V širším slova smyslu bychom mohli termín „pravěk“ chápat i jakou označení pro celou minulost Země, ale vzhledem k tomu, že se jedná již o gymnaziální studenty třetího a čtvrtého ročníku, je tento typ

Obrázek 4.2: Výsledné bodování otázky č. 1



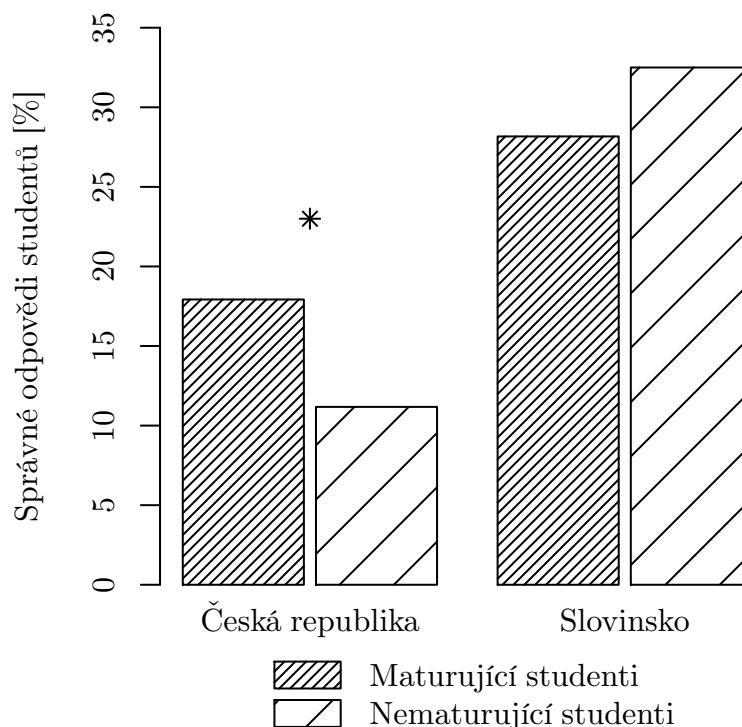
Symbol \* v grafu potvrzuje závislost evolučních faktografických znalostí mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice ( $p = 0,0011$ ).

odpovědi pro tuto práci nedostačující. Od gymnazistů se očekává mnohem přesnější odpověď a tento typ odpovědi je chápán jako nesprávná odpověď.

Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 potvrzují průkazný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky v této první části otázky ( $p$ -hodnota je 0,0243). Maturující studenti České republiky si uvědomují vznik života na Zemi a umí ho zařadit do správného období lépe, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska v této první části otázky prokázán opět nebyl ( $p$ -hodnota je 0,3760). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí v této první části otázky průkazný není ( $p$ -hodnota je 0,4257) a rozdíl mezi studenty obou zemí je opět průkazný ( $p$ -hodnota je extrémně nízká).

Druhá část otázky se zaměřuje na b) fosilní údaj, který shrnuje obrázek 4.4. Maturující studenti České republiky odpověděli na fosilní údaj správně z 18,4% a nematurující studenti z 14,6%. Maturující studenti Slovinska odpověděli správně z 5,6% a nematurující studenti Slovinska z 2,5%. V České republice i ve Slovinsku mají maturující studenti více správných odpovědí než studenti nematurující.

Obrázek 4.3: Výsledné bodování 1. části otázky č. 2 (časový údaj)



Symbol \* v grafu potvrzuje závislost evolučních faktografických znalostí mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice ( $p = 0,0243$ ).

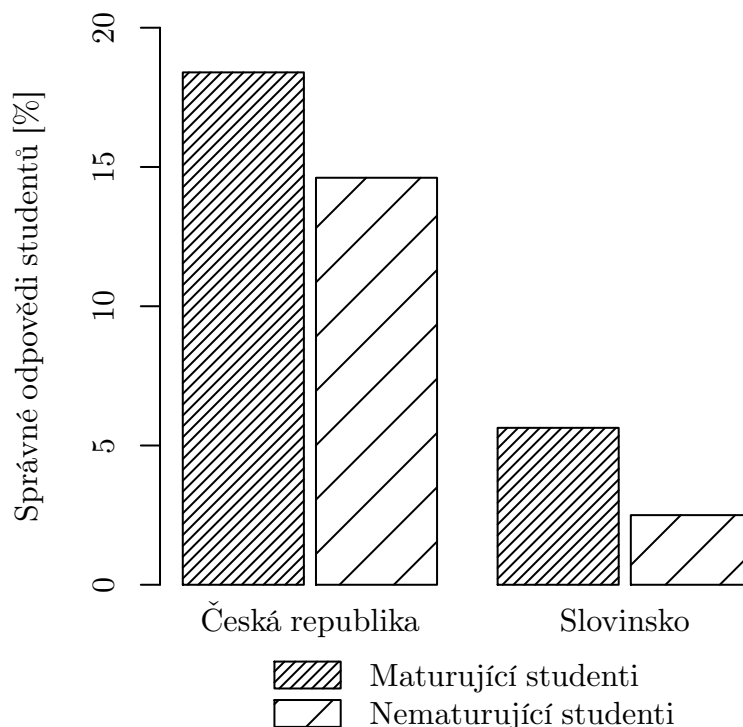
Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 nepotvrzují rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky ve druhé části otázky ( $p$ -hodnota je 0,2365). Maturující studenti České republiky si uvědomují fosilní důkazy vzniku života na Zemi mnohem hůře, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska ve druhé části otázky nebyl rovněž prokázán ( $p$ -hodnota je 0,1152). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí ve druhé části otázky není průkazný ( $p$ -hodnota je 0,0875). Ve druhé části této otázky je rozdíl mezi studenty obou zemí průkazný ( $p$ -hodnota je extrémně nízká).

### 4.2.3 Otázka č. 3

Nejstarší organismy na Zemi upřednostňovaly a) kyslíkatou, nebo b) bezkyslíkatou atmosféru?

Maturující studenti České republiky odpověděli na otázku správně z 82,5% a nematurující studenti z 66,2%. Maturující studenti Slovinska odpověděli na otázku správně z 83,8% a nematurující studenti z 72,1%. Vyšší úspěšnost odpovědí na otázku měli

Obrázek 4.4: Výsledné bodování 2. části otázky č. 2 (fosilní údaj)

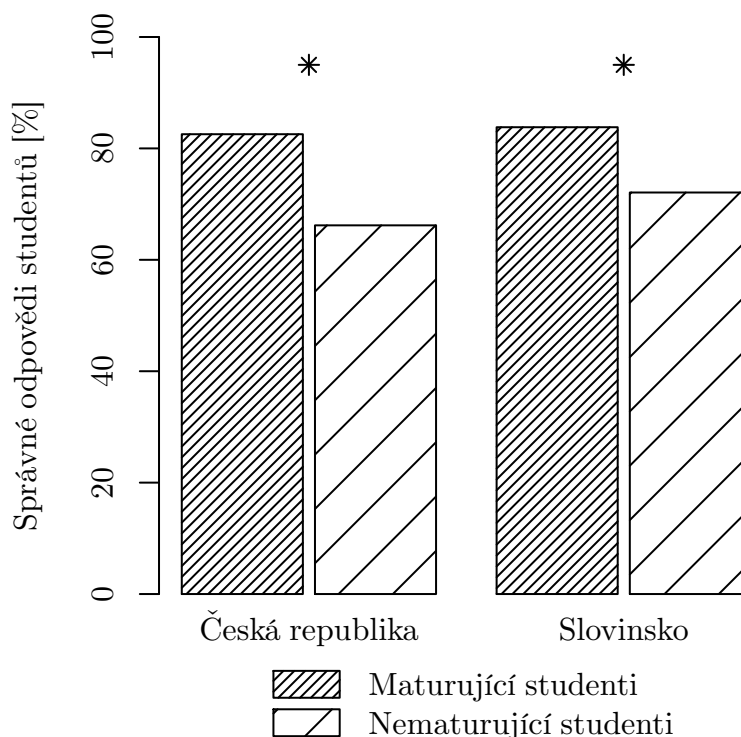


maturující studenti ze Slovinska o 1,3%. Z obrázku 4.5 vyplývá, že maturující studenti jak se Slovinsku, tak v České republice odpověděli na tuto otázku častěji správně, než nematurující studenti z biologie obou zemí.

Výsledky chí-kvadrát testu otázky č. 3 v tabulce 4.3 prokazují rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky (p-hodnota je menší než 0,0001). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska je průkazný (p-hodnota je menší než 0,0001).

Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 potvrzují průkazný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky v této otázce (p-hodnota je extrémně nízká). Maturující studenti České republiky si uvědomují prvotní složení atmosféry (bezokyslíkaté) lépe, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska v této otázce byl prokázán také (p-hodnota je 0,0091). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí je opět v této otázce průkazný (p-hodnota je extrémně nízká) a rozdíl mezi studenty obou zemí průkazný není (p-hodnota je 0,1619).

Obrázek 4.5: Výsledné bodování otázky č. 3



Symbol \* v grafu potvrzuje závislost evolučních faktografických znalostí mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice (p-hodnota je extrémně nízká) i ve Slovinsku ( $p = 0,0091$ ).

#### 4.2.4 Otázka č. 9

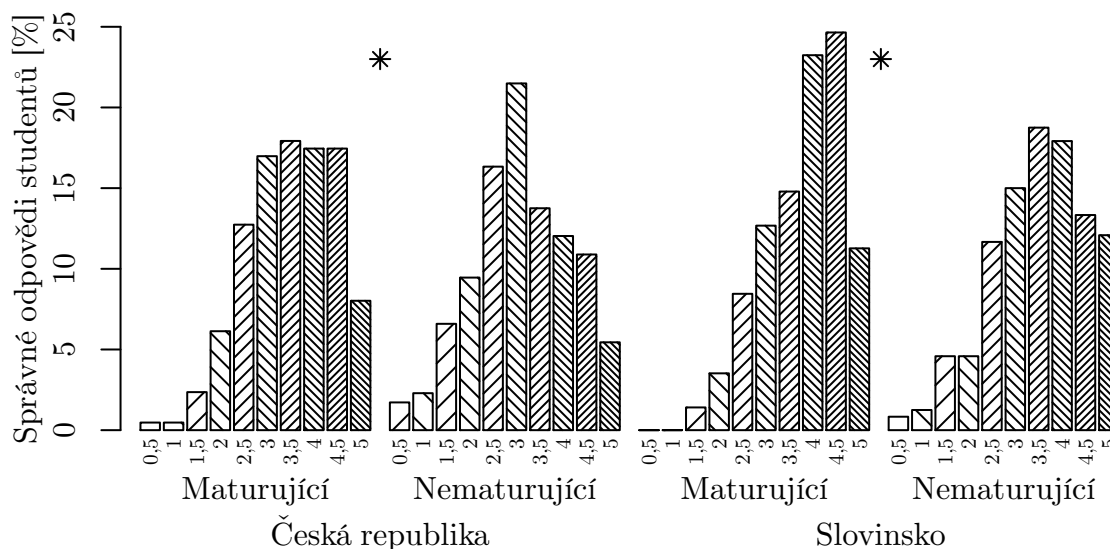
Co je příčinou biodiverzity (rozmanitosti živé přírody)?

Výsledné bodové hodnocení otázky shrnuje obrázek 4.6.

Nejvíce bodů (5 bodů) v České republice získali maturující studenti (8%). Vyšší převaha správných odpovědí u maturujících studentů (nad studenty nematurujícími) je v bodových kategoriích: 5; 4,5; 4 a 3,5 bodu. V ostatních bodových kategoriích převládají studenti nematurující. Nejčastější získaná bodová hodnota byla u maturujících studentů České republiky 3,5 bodu (17,9%) a u nematurujících studentů 3 body (21,5%).

Nejvíce bodů (5 bodů) ve Slovinsku získali nematurující studenti (12,1%). Vyšší převaha správných odpovědí u maturujících studentů (nad studenty nematurujícími) je v bodových kategoriích: 4,5; 3,5 a 2 bodů. V ostatních bodových kategoriích převládají studenti nematurující. Nejčastější získaná bodová hodnota byla u maturujících studentů Slovinska 4 body (23,2%) a u nematurujících studentů 3,5 bodů (18,8%).

Obrázek 4.6: Výsledné bodování otázky č. 9



Symbol \* v grafu potvrzuje závislost evolučních faktografických znalostí mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice ( $p = 0,0001$ ) i ve Slovinsku ( $p = 0,0026$ ).

Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 potvrzují průkazný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky v této otázce ( $p$ -hodnota je 0,0001). Maturující studenti České republiky si uvědomují vliv evoluce na biodiverzitu lépe, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska v této otázce byl prokázán také ( $p$ -hodnota je 0,0026). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí je průkazný ( $p$ -hodnota je extrémně nízká) a rozdíl mezi studenty obou zemí je také průkazný ( $p$ -hodnota je extrémně nízká).

Nejvíce studenti (tabulka 4.4) uváděli jako správnou odpověď *a) přírodní podmínky* (77,8% studentů), *g) odlišný vývoj (fyzicko-geografické podmínky)* (71,5% studentů) a *h) změny genetické informace, mutace* (69,2% studentů). Nejméně naopak možnost *i) otáčení Země kolem své osy*.

#### 4.2.5 Otázka č. 10

Má zoologie nějakou souvislost s paleontologií (vědou o zvířatech existujících v minulosti)?

Nejčastější dosažená bodová hranice byla 1,5 bodu právě proto, že studenti zakroužkovali pouze jednu správnou možnost a na druhou již zapomněli. Tento výsledek se

Tabulka 4.4: Kvantitativní hodnocení jednotlivých možností otázky č. 9

Možnost	Česká republika		Slovinsko		Celkem
	Mat.	Nemat.	Mat.	Nemat.	
<b>a) přírodní podmínky</b>	88,2 %	78,2 %	76,1 %	69,2 %	77,8 %
<b>b) rozmanitost genotypu</b>	46,2 %	43,8 %	55,6 %	48,3 %	47,3 %
<b>c) životní prostředí</b>	63,7 %	57,3 %	69,7 %	66,7 %	63,0 %
d) Bůh	9,4 %	16,9 %	2,1 %	7,5 %	10,6 %
<b>e) evoluce</b>	55,7 %	53,9 %	73,2 %	67,5 %	60,7 %
<b>f) přírodní výběr</b>	53,3 %	37,5 %	71,8 %	63,8 %	52,9 %
<b>g) odlišný vývoj (fyzicko-geografické podmínky)</b>	77,8 %	70,8 %	71,8 %	66,7 %	71,5 %
<b>h) změny genetické informace, mutace</b>	69,3 %	59,3 %	86,6 %	73,3 %	69,2 %
i) otáčení Země kolem své osy	5,2 %	8,9 %	9,2 %	6,7 %	7,5 %
<b>j) adaptace populace</b>	61,3 %	44,4 %	66,9 %	57,9 %	55,0 %
k) jiné	2,4 %	2,9 %	2,8 %	0,4 %	2,1 %

Autorské řešení je v tabulce zvýrazněno tučným písmem. V tabulce je % správných odpovědí pro každou možnost zvlášť, protože měla otázka více správných odpovědí.

vyskytuje i ve Slovinsku, a proto v grafu na obrázku 4.7 zahrnuje bodová hranice s 1,5 body nejvíce studentů.

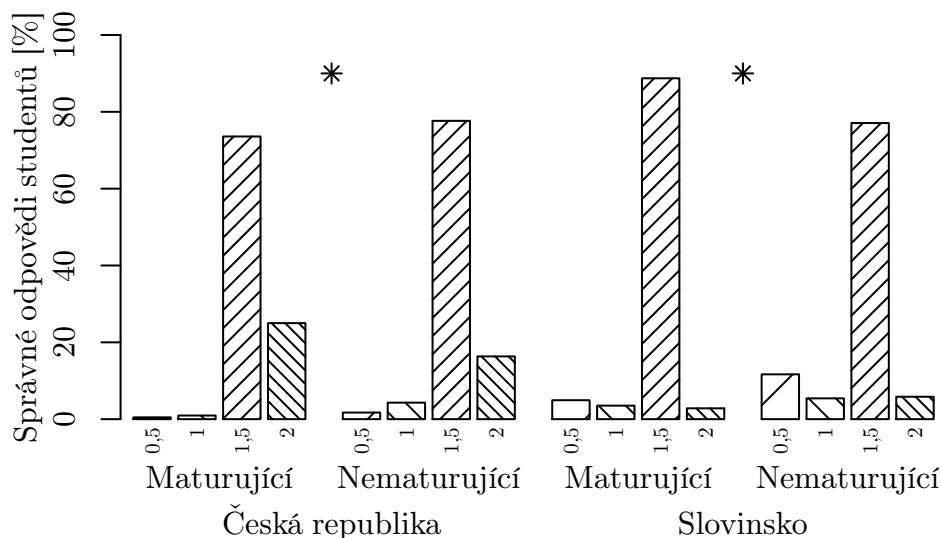
Výsledné bodové hodnocení otázky shrnuje obrázek 4.7. Nejvíce bodů (2 body) v České republice získali maturující studenti (25%). Vyšší převaha správných odpovědí u maturujících studentů (nad studenty nematurujícími) je v nejvyšší bodové kategorii 2 body. V ostatních bodových kategoriích převládají studenti nematurující. Nejčastější získaná bodová hodnota byla u maturujících studentů České republiky 1,5 bodu (77,6%) i u nematurujících studentů (77,7%).

Nejvíce bodů (2 body) ve Slovinsku získali nematurující studenti (5,8%). Vyšší převaha správných odpovědí u maturujících studentů (nad studenty nematurujícími) je v bodové kategorii 1,5 bodů. V ostatních bodových kategoriích převládají studenti nematurující. Nejčastější získaná bodová hodnota byla u maturujících studentů Slovinska 1,5 body (88,7%) i u nematurujících studentů (77,1%).

Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 potvrzují průkazný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky v této otázce (p-hodnota je 0,0090). Maturující studenti České republiky si uvědomují souvislosti mezi zoologií a paleontologií lépe, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska v této otázce byl prokázán také (p-hodnota je 0,0183). Rozdíl mezi



Obrázek 4.7: Výsledné bodování otázky č. 10



Symbol \* v grafu potvrzuje závislost evolučních faktografických znalostí mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice ( $p = 0,0090$ ) i ve Slovinsku ( $p = 0,0183$ ).

maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí je průkazný ( $p$ -hodnota je 0,0006) a rozdíl mezi studenty obou zemí je také průkazný ( $p$ -hodnota je extrémně nízká).

Nejvíce studenti (tabulka 4.5) uváděli jako správnou odpověď *b) ano, hledají podobnost mezi vyhynulými a recentními organismy* (68,9% studentů) a *c) ano, hledají společného předka* (36,8% studentů). Zbylé (a zároveň nesprávné) možnosti studenti téměř nevolili. Otázka byla tedy velmi úspěšná.

#### 4.2.6 Otázka č. 13

| Co je podle vašeho názoru nejdůležitější pro EVOLUCI?

Výsledné bodové hodnocení otázky shrnuje obrázek 4.8.

Nejvíce bodů (5,5 bodů) v České republice získali maturující studenti (24,1%). Vyšší převaha správných odpovědí u maturujících studentů (nad studenty nematurujícími) je v bodových kategoriích: 5,5; 5 a 4,5, bodů. V ostatních bodových kategoriích převládají studenti nematurující. Nejčastější získaná bodová hodnota byla u maturujících studentů České republiky 5 bodů (32,5%) i u nematurujících studentů (27,5%).

Nejvíce bodů (5,5 bodů) ve Slovinsku získali maturující studenti (19,7%). Vyšší převaha správných odpovědí u maturujících studentů (nad studenty nematurujícími) je v bodových kategoriích: 5,5; 5; 4,5 a 3,5, bodů. V ostatních bodových kategoriích převládají

Tabulka 4.5: Kvantitativní hodnocení jednotlivých odpovědí otázky č. 10

Možnost	Česká republika		Slovinsko		Celkem
	Mat.	Nemat.	Mat.	Nemat.	
a) ne, nemá žádnou souvislost	0,5 %	1,1 %	2,1 %	5,8 %	2,3 %
<b>b) ano, hledají podobnost mezi vyhynulými a recentními organismy</b>	79,7 %	77,4 %	51,4 %	57,5 %	68,9 %
<b>c) ano, hledají společného předka</b>	43,9 %	33,5 %	43,0 %	31,7 %	36,8 %
d) ano, ale pouze ve vývoji člověka	0,0 %	1,1 %	2,8 %	6,2 %	2,4 %
e) jiné	1,4 %	2,0 %	4,2 %	0,4 %	1,8 %

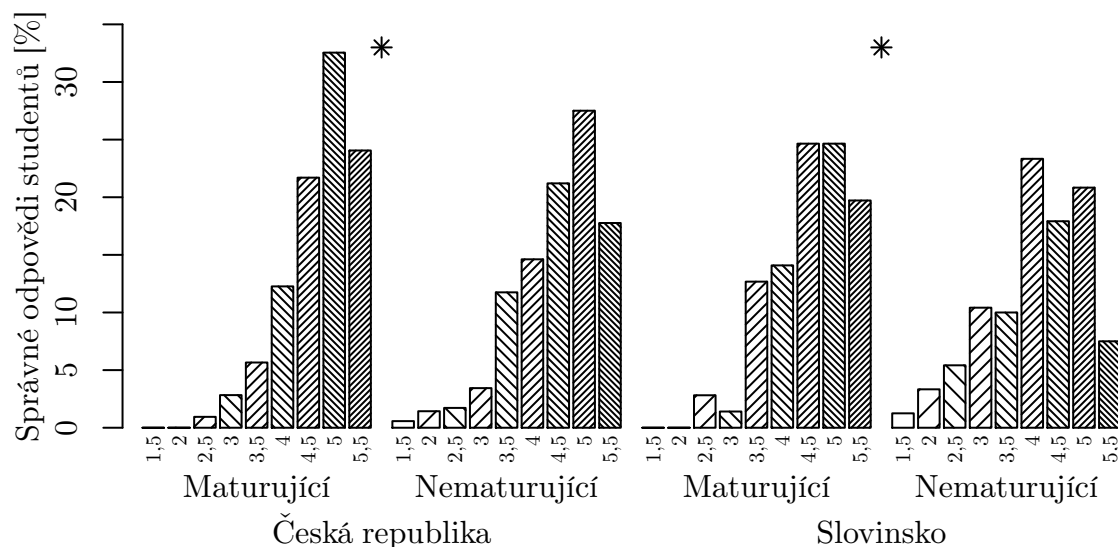
Autorské řešení je v tabulce zvýrazněno tučným písmem. V tabulce je % správných odpovědí pro každou možnost zvlášť, protože měla otázka více správných odpovědí.

studenti nematurující. Nejčastější získaná bodová hodnota byla u maturujících studentů Slovinska 4,5 a 5 bodů (24,6%) a u nematurujících studentů 4 body (23,3%).

Výsledky chí-kvadrát testu v tabulce 4.3 potvrzují průkazný rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty České republiky v této otázce (p-hodnota je 0,0081). Maturující studenti České republiky si uvědomují mechanismy evoluce lépe, než studenti nematurující. Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty Slovinska v této otázce byl prokázán také (p-hodnota je 0,0001). Rozdíl mezi maturujícími a nematurujícími studenty obou zemí je průkazný (p-hodnota je extrémně nízká) a rozdíl mezi studenty obou zemí je také průkazný (p-hodnota je extrémně nízká).

Nejčastější odpověď studentů byla *j) adaptace organismů na prostředí* (82,2%), 2. nejčastější byla možnost *f) genetická informace* (68,3%) a 3. *i) dědičnost* (67,3%). Studenti naopak nejméně volili možnost *c) dráždivost* (7,5%) a dále pak růst, metabolismus a dýchání, protože tyto schopnosti organismů nepřispívají k mechanismům evoluce.

Obrázek 4.8: Výsledné bodování otázky č. 13



Symbol \* v grafu potvrzuje závislost evolučních faktografických znalostí mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice ( $p = 0,0052$ ) i ve Slovinsku ( $p$ -hodnota je extrémně nízká).

Tabulka 4.6: Kvantitativní hodnocení jednotlivých možností otázky č. 13

Možnost	Česká republika		Slovensko		Celkem
	Mat.	Nemat.	Mat.	Nemat.	
a) metabolismus	9,0 %	10,3 %	11,3 %	20,8 %	12,8 %
<b>b) rozmnožování</b>	81,6 %	75,1 %	62,7 %	42,1 %	66,3 %
c) dráždivost	5,7 %	5,4 %	9,2 %	11,2 %	7,5 %
d) dýchání	9,4 %	12,9 %	12,0 %	22,1 %	14,3 %
e) Slunce	9,9 %	12,3 %	9,9 %	15,8 %	12,3 %
<b>f) genetická informace</b>	83,0 %	69,6 %	66,2 %	54,6 %	68,3 %
g) pohyb	10,4 %	12,3 %	14,8 %	17,5 %	13,6 %
h) buňka	14,6 %	19,5 %	19,7 %	35,8 %	22,6 %
<b>i) dědičnost</b>	69,8 %	61,3 %	77,5 %	69,6 %	67,8 %
<b>j) adaptace organismu na prostředí</b>	82,5 %	77,7 %	87,3 %	85,4 %	82,2 %
k) růst	13,2 %	13,8 %	7,7 %	12,9 %	12,5 %
l) jiné	1,9 %	1,4 %	-1,4 %	0,8 %	1,0 %

Autorské řešení je v tabulce zvýrazněno tučným písmem. V tabulce je % správných odpovědí pro každou možnost zvlášť, protože měla otázka více správných odpovědí.

## 4.3 Typy otázek zaměřené na evoluční asociace

Otázky se neúčastnily statistického zpracování, neobsahují jednoznačné znění správné odpovědi, a proto nebyl výsledek měřitelný. Přesto jejich jednotlivé výsledky (české a slovinské evoluční uvažování v souvislostech) ukazují zajímavé evoluční asociace dnešních studentů.

### 4.3.1 Otázka č. 7

Namalujte obrázek nebo obrázky, který/é podle vás dokládají evoluci (namalujte váš poznatek, který dokládá evoluci = vaši představu evoluce).

Tabulka 4.7: Evoluční asociace studentů u otázky č. 7

Varianta odpovědi	Česká republika		Slovinsko		Celkem
	Mat.	Nemat.	Mat.	Nemat.	
1. Od buňky po organismus	36,8 %	23,5 %	43,7 %	30,0 %	31,2 %
2. Od buňky po organismus s přechodem na souš	6,1 %	7,5 %	16,2 %	11,7 %	9,6 %
3. Evoluce člověka	17,9 %	23,5 %	17,6 %	19,2 %	20,3 %
4. Kladogram (společný předek)	3,3 %	0,9 %	5,6 %	7,1 %	3,7 %
5. Lamarck (prodlužování žirafího krku)	0,5 %	0,3 %	2,1 %	1,3 %	0,8 %
6. Přírodní výběr; Darwin	0,5 %	1,1 %	0,0 %	0,0 %	0,5 %
7. Fosílie	3,3 %	1,1 %	0,7 %	0,8 %	1,5 %
8. Graf (exponenciální funkce biodiverzity)	0,9 %	0,3 %	0,7 %	0,4 %	0,5 %
9. Evoluce rostlin	0,0 %	0,9 %	0,0 %	0,8 %	0,5 %
10. Velký třesk (Big Bang)	0,5 %	0,6 %	0,7 %	1,3 %	0,7 %
11. Bůh	2,4 %	2,6 %	0,0 %	0,4 %	1,6 %
12. UFO	3,3 %	0,9 %	0,0 %	0,0 %	1,1 %
13. Nelze hodnotit	12,7 %	17,5 %	3,5 %	15,8 %	13,9 %
14. Bez odpovědi	11,8 %	19,3 %	9,2 %	11,3 %	14,0 %

Zkratka v tabulce „Mat.“ znamená maturující studenti, „Nemat.“ znamená nematurující studenti.

Výsledné obrázky studentů byly podle podobností rozděleny do 14 kategorií (tabulka 4.7).

- Nejčastější obrázky shrnuje kategorie Vývoj od buňky po organismus. Studenti znázorňovali postupný vývoj života na zemi a diverzifikaci jednotlivých druhů, fylogenezi, přizpůsobování se životnímu prostředí i speciálním podmínkám a vše bylo zakončeno člověkem jakožto nejdokonalejším organismem (31,2% všech studentů).
- Kategorie Evoluce člověka shrnuje druhé nejčastější typy obrázků. Studenti znázorňovali pouze evoluci člověka. Zde studenti ignorují evoluci ostatních druhů, nebo se domnívají, že evoluce již u ostatních druhů neprobíhá (20,3% všech studentů), protože jejich obrázky zahrnovaly pouze evoluci člověka a žádných jiných organismů. Otázka byla studenty pojata velmi kreativně například obrázkem znázorňující homologii kostí (ruka člověka a křídlo ptáka). Obrázky dále znázorňovaly vývoj člověka a změnu postavení palce naproti ostatním prstům a zvětšování mozkovny (evoluce mozku). kategorie.
- Třetí nejčastější kategorie shrnuje studenty, kteří obrázek nenakreslili (14%) a na otázku vůbec neodpověděli.
- Čtvrtá nejčastější kategorie shrnuje obrázky, které nebylo možné konkrétně hodnotit a zařadit do ostatních kategorií (13,9%). V této kategorii studenti kreslili obrázky, které je ovlivňují například z internetu, billboardů, reklam apod. Obrázky studentů předkládaly: evoluci I-padu, cyklus motýla, evoluci slona (vznik slona z mamuta, student si uvědomuje podobnost obou druhů organismů, ale evoluční větev mamutů nakonec vyhynula, a proto je tento úsudek chybný), opylení, sekundární návrat zpět do vodního ekosystému (žralok - delfín, studenti byli ovlivněni obrázkem z otázky č. 15), evoluce ptačího zobáku (adaptace na potravu v prostředí), ontogenetický vývoj člověka (embryonální vývoj vzniku prstů ruky apoptózou, prenatální vývoj člověka či dvoušroubovici genetické informace – DNA). Za evoluci někteří studenti považují i sopečnou činnost (srovnávající tepelnou elektrárnu a sopku). Studenti jsou dále ovlivněni filmy a seriály: Doba ledová, The Simpsons a Pokémon.
- Pátá nejčastější kategorie shrnuje Vývoj od buňky po organismus s přechodem na souš. Kategorie se shoduje s nejčastější možností (1. kategorií) s tím rozdílem, že navíc obsahuje i přechod organismů na souš (9,6%).

- Šestá kategorie zahrnuje Kladogram. Studenti kreslili kladogram vždy od společného předka se vznikem mnoha druhů v čase. Dva studenti dokonce použili termín pro posledního univerzálního společného předka všech organismů – LUCA (3,7%).
- Sedmá kategorie shrnuje obrázky zbožně založené (Bůh). Nejčastější bylo znázorňování vzniku života v podobě Adama a Evy, a poté studenti znázorňovali Boha jako veliké oko nad krajinou (1,6%). Pár studentů bylo do jisté míry ovlivněno i animovaným československo-francouzským filmem Stvoření světa.
- Osmá kategorie shrnuje obrázky fosílií, z nichž nejčastější byl Archeopterix (evoluce ptáků), nejrůznější dinosaury a dokonce i evoluci koně. Studenti rovněž kreslili jako fosilní nález i trilobity (1,5%).
- Devátá kategorie shrnuje nákres v podobě létajícího talíře (UFO), kde lze předvídat, že student otázku nebral zcela vážně (1,1%).
- Desátá kategorie shrnuje Lamarckovu teorii prodlužování žirafího krku za potravou (adaptace na prostředí) (0,8%).
- Jedenáctá kategorie předkládá nákres Velkého třesku, rozpínání Vesmíru a následného vzniku života na Zemi (0,7%).
- Dvanáctá kategorie zahrnuje přírodní výběr předložený Ch. Darwinem (1953) i jeho samotnou podobiznu (0,5%).
- Třináctá kategorie shrnuje grafy s exponenciální funkcí, která předkládá vznik biodiverzity na Zemi (0,5%).
- Poslední kategorie shrnuje pouze evoluci rostlin, kdy student neuvažoval, že by evoluce mohla probíhat i u dalších organismů (0,5%).

Otázka byla pro studenty zábavná, a i když se mnoho studentů odkazovalo na fakt, že neumí kreslit, některé nákresy zveřejňují v příloze G. Chápání evoluce je podobné v obou zemích. Studenti nejčastěji volili kategorii 1, 2, 3 a 4. Odpovědi na otázku byly velmi individuální a leckdy nekonkrétní. Proto zde není možné přesně zjistit, zda by maturita mohla odpověď ovlivnit. Zajímavé jsou postřehy studentů například z filmů a seriálů, odkud brali inspiraci během kresby obrázku (5).

### 4.3.2 Otázka č. 11

| Seřadte organismy tak, jak si myslíte, že na Zemi postupně vznikaly.

Celkově bylo 5 040 variant odpovědí. Většina studentů začínala seřazovat obrázky od nejmenších a zároveň nejstarších organismů, a proto vytvořili celkem jen 85 variant odpovědí (tabulka 4.8), z nichž nejčastější odpovědi byly:

- Bakterie – korýš – ryba – obojživelník – plaz – pták – člověk: 37,5% studentů.
- Bakterie – ryba – korýš – obojživelník – plaz – pták – člověk: 23% studentů.
- Bakterie – ryba – obojživelník – korýš – plaz – pták – člověk: 7,4% studentů.

Většinu studentů nenapadlo do jednotlivých vývojových stupňů zařadit více organismů (taxonů) a tak se utvrzovali v mylné představě, která je předkládána systémem v jejich učebnicích (více v kapitole 5).

Pár studentů se i tak pokusilo kombinovat taxony a uváděli je na stejném vývojovém stupni jako například bakterie + korýš, korýš + ryba, korýš + obojživelník, pták + člověk. Vybrané varianty kombinací taxonů jsou následující:

- Bakterie + korýš – ryba – obojživelník – plaz – pták – člověk: 0,1% studentů.
- Bakterie – korýš + ryba – obojživelník – plaz – pták + člověk: 0,1% studentů.
- Bakterie – ryba – korýš + obojživelník – plaz – pták – člověk: 0,1% studentů.

### 4.3.3 Otázka č. 12

| Napište vlastními slovy co nejstručnější definici pojmu „evoluce“.

Studenti České republiky nejvíce využívali kategoriální možnost *Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)*, kterou zvolilo 39,3% maturujících a 46% nematurujících studentů. Druhá nejčastější definice evoluce v České republice byla možnost *postupný vývoj (organismů) v čase z jednodušších po složitější formy života*, kterou zvolilo 15,2% maturujících a 12,3% nematurujících studentů a třetí nejčastější možnost *Postupný vývoj organismů přizpůsobujících se svému okolí (životnímu prostředí)*, kterou zvolilo 11,4% maturujících a 11,7% nematurujících studentů.

Studenti Slovinska nejvíce využívali možnost *Postupný vývoj (organismů) v čase z jednodušších po složitější formy života*, kterou zvolilo 28,9% maturujících a 32,1% nematurujících studentů. Druhá nejčastější definice evoluce byla možnost *Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)*, kterou zvolilo 19,7% maturujících a 32,5% nematurujících studentů a třetí nejčastější možnost *Postupný vývoj organismů přizpůsobujících*

Tabulka 4.8: Nejčastější varianty odpovědí u otázky č. 11

Varianta odpovědi	Česká republika		Slovinsko		Celkem
	Mat.	Nemat.	Mat.	Nemat.	
B – K – R – O – Pl – Pt – Č	61,7 %	46,3 %	23,2 %	13,8 %	37,5 %
B – K – R – O – Pt – Pl – Č	0,6 %	0,3 %	0,7 %	2,9 %	1,1 %
B – K – R – Pl – O – Pt – Č	3,9 %	2,6 %	1,4 %	1,3 %	2,3 %
B – K – O – R – Pl – Pt – Č	3,9 %	6,1 %	0,0 %	2,1 %	3,7 %
B – R – K – O – Pl – Pt – Č	12,8 %	15,8 %	42,3 %	30,8 %	23,0 %
B – R – K – Pl – O – Pt – Č	0,6 %	2,6 %	0,7 %	2,9 %	2,0 %
B – R – O – K – Pl – Pt – Č	3,9 %	5,0 %	14,8 %	9,6 %	7,4 %
B – R – O – Pl – K – Pt – Č	2,8 %	3,2 %	0,7 %	3,8 %	2,9 %
B – O – R – K – Pl – Pt – Č	0,0 %	0,8 %	3,5 %	2,5 %	1,5 %
B – O – Pl – R – K – Pt – Č	0,0 %	0,3 %	1,4 %	4,6 %	0,5 %

Jednotlivá velká písmena v tabulce ve variantě odpovědi znamenají zkratku taxonu: bakterie (B); korýš (K), ryba (R), obojživelník (O), plaz (Pl), pták (Pt), člověk (Č). Zkratky mat. a nemat. označují maturující a nematurující studenty.

*se svému okolí (životnímu prostředí)*, kterou zvolilo 12,7% maturujících a 7,1% nematurujících studentů.

Relativně detailní definici evoluce *Postupný vývoj v čase za vzniku nových druhů pomocí změny genetické informace (mutace, přírodní výběr, dědičnost)*, se přiblížilo 5,2% maturujících studentů z České republiky a 12% maturujících studentů ze Slovinska. Možnost *Postupný vývoj v čase za vzniku nových druhů (fylogeneze, přírodní výběr)*, opět volilo více maturujících studentů než studentů nematurujících. Možnost *Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)* byla nejčastější jak u maturujících, tak u nematurujících studentů České republiky (46,2%). Nejčastější odpověď maturujících studentů Slovinska definuje možnost *Postupný (dlouhodobý) vývoj (organismů na Zemi)*, kterou volilo 28,9% maturujících studentů a *Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)* u studentů nematurujících. Ostatní definice mají relativně podobnou atraktivitu.

Nejatraktivnější odpověď pro všechny studenty byla možnost *Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)*. Tento typ odpovědi zahrnoval definici evoluce, která se zužovala pouze na jedno slovo „vývoj“ a dále na vývoj člověka, organismů, života a druhů. U možnosti *Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)* student neuvažuje, že evoluce může probíhat i u ostatních organismů. Druhá nejatraktivnější odpověď byla *Postupný (dlouhodobý) vývoj (organismů na Zemi)*. Student si uvědomuje, že evoluce probíhá v dlouhém časovém úseku, během něhož se vyvíjí (mění) jednotlivé organismy



Tabulka 4.9: Definice evoluce z otázky č. 12

Možnost	Česká republika		Slovinsko		Celkem
	Mat.	Nemat.	Mat.	Nemat.	
Bez odpovědi	4,3 %	5,4 %	5,6 %	4,2 %	4,9 %
Vývoj (člověka, organismů, života, druhů)	39,3 %	46,0 %	19,7 %	32,5 %	37,1 %
Postupný (dlouhodobý) vývoj (organismů na Zemi)	15,2 %	12,3 %	28,9 %	32,1 %	20,5 %
Postupný vývoj (organismů) v čase z jednodušších po složitější formy života	11,4 %	11,7 %	9,9 %	8,3 %	10,5 %
Postupný vývoj organismů přizpůsobujících se svému okolí (ŽP – životnímu prostředí)	11,8 %	10,3 %	12,7 %	7,1 %	10,2 %
Postupný vývoj v čase za vzniku nových druhů (fylogeneze, přírodní výběr)	5,7 %	3,7 %	4,2 %	3,3 %	4,1 %
Postupný vývoj v čase za vzniku nových druhů pomocí změny genetické informace (mutace, přírodní výběr, dědičnost)	5,2 %	2,9 %	12,0 %	4,6 %	5,2 %
Ostatní (odpovědi, které nebylo možno zařadit do žádné kategorie)	7,1 %	7,7 %	7,0 %	7,9 %	7,5 %

Tabulka předkládá shrnutí všech definic evoluce z dotazníku, které byly roztrženy do 8 kategorií. Každá kategorie shrnuje maturující (Mat.) a nematurující (Nemat.) studenty České republiky a Slovinska podle jejich volby odpovědi.

na Zemi. Třetí nejčastější odpověď byla *Postupný vývoj (organismů) v čase z jednodušších po složitější formy života*. Student si pravděpodobně představil fylogenetický vývoj jednotlivých organismů.

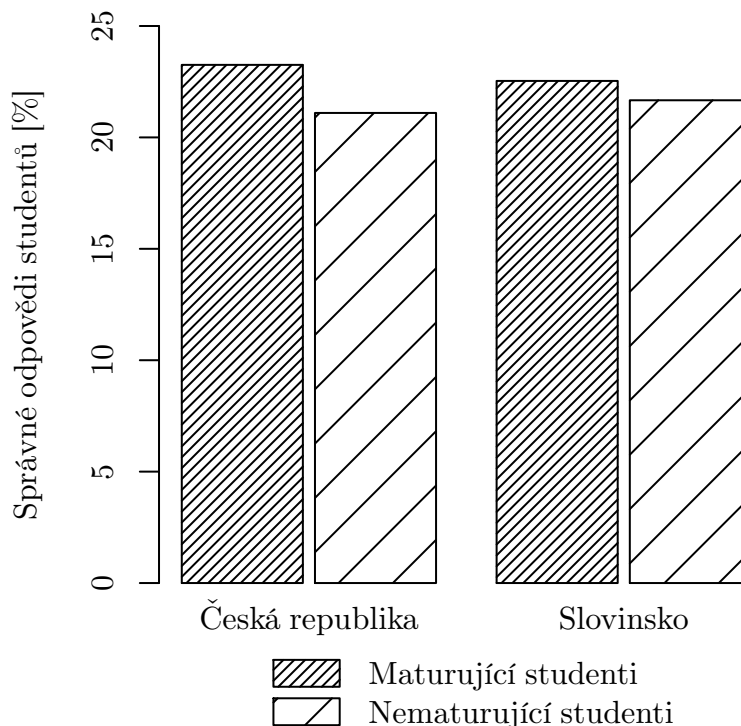
Celkově jsem získala téměř 900 definic evoluce použitelných pro tuto práci, z toho přes 500 z České republiky a více jak 350 ze Slovinska. Jejich souhrn je v příloze H.

#### 4.3.4 Otázka č. 15

| Co podle tvého názoru tento obrázek v rámečku vyjadřuje? Nakreslete šipku vývoje.

Otázka je opět rozdělena do 2 částí: 1. část zahrnuje volbu odpovědi, 2. část zahrnuje nákres šipky. Výsledné bodové hodnocení shrnují obrázky 4.9 a 4.10.

Obrázek 4.9: Výsledné bodování 1. části otázky č. 15



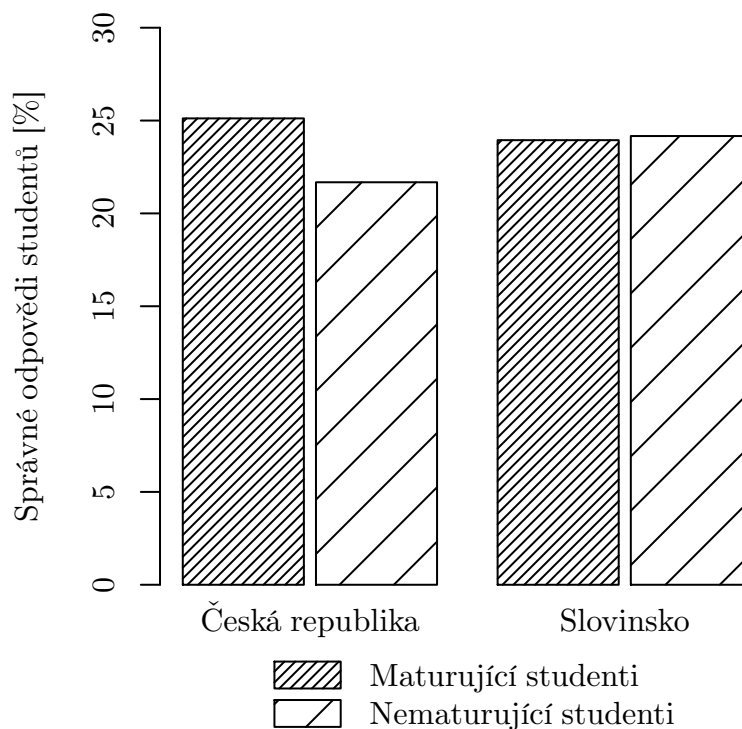
Odpovědi studentů se ve výsledku velmi rozcházel. Leckdy byla odpověď první části otázky (výběr možnosti) správná a druhá část otázky (vývojová šipka – měla špatným směrem) byla nesprávná a obráceně. V těchto případech student nad otázkou vůbec nepřemýšlel a zakroužkoval možnost náhodně, což je v rozporu s evolučním uvažováním v souvislostech.

Správně na první část otázky (výběr možnosti) odpovědělo z České republiky 50,9% maturujících a 46,7% nematurujících studentů. Ze Slovinska správně odpovědělo 45,8% maturujících a 47,5% nematurujících studentů. Maturující studenti České republiky a nematurující studenti Slovinska byli v první části otázky úspěšnější než zbývající studenti. Výsledné bodové hodnocení shrnuje obrázek 4.9.

Správně na druhou část otázky (vývojová šipka) odpovědělo z České republiky 26,4% maturujících a 24,9% nematurujících studentů. Ze Slovinska správně odpovědělo 26,8% maturujících a 24,6% nematurujících studentů. Maturující studenti jak z České republiky tak ze Slovinska byli ve druhé části otázky úspěšnější než zbývající studenti. Výsledné bodové hodnocení shrnuje obrázek 4.10.

Zajímavé je ovšem to, že úspěšní studenti v první části otázky již nezachovali správný směr šipky a odpověděli ve druhé části otázky (směr vývojové šipky) ne-

Obrázek 4.10: Výsledné bodování 2. části otázky č. 15 (vývojová šipka)



správně, i když předdefinovanou možnost v první části otázky volili správně. Nastává otázka, zda si studenti uvědomují obsah a hloubku textu, který nejprve zvolili ve své odpovědi. Otázka ukazuje, jak studenti mají sice evoluční faktografické znalosti, ale v některých případech jim nerozumí. Proto se v této otázce odpovědi z obou částí liší.

Studenti České republiky i Slovinska nejvíce volili kombinaci: a); →. Česká republika u maturujících studentů získala 73,5% a u nematurujících studentů 72%. Slovinsko má výsledky podstatně horší. Nejčastější odpověď byla ve výsledku mylná domněnka studentů, že velryby daly vznik suchozemským savcům, to potvrdila jak Česká republika, tak Slovinsko.

Tabulka 4.10: Varianty odpovědí v otázce č. 15

Odpověď		Česká republika		Slovensko		Celkem
Text	Obrázek	Maturující	Nematurující	Maturující	Nematurující	
a)	→	73,5 %	72,0 %	64,8 %	69,2 %	70,5 %
a)	←	1,9 %	1,2 %	2,1 %	1,7 %	1,6 %
a)	—	0,0 %	1,4 %	1,4 %	1,7 %	1,2 %
b)	→	0,0 %	1,2 %	1,4 %	0,0 %	0,6 %
b)	←	23,3 %	19,7 %	21,1 %	21,2 %	21,1 %
b)	—	0,0 %	0,3 %	0,0 %	0,4 %	0,2 %
—	→	1,4 %	1,7 %	7,0 %	2,9 %	2,8 %
—	←	0,0 %	0,9 %	0,7 %	1,2 %	0,7 %
—	—	0,0 %	1,7 %	1,4 %	1,7 %	1,3 %

Proškrtnuté políčko znamená, že student na danou část otázky neodpověděl.

# Kapitola 5

## Diskuze

### 5.1 Reakce studentů na dotazník

Dotazník byl studenty přijat velmi pozitivně jak v České republice, tak ve Slovinsku, i když jeho zaměření mohlo leckde vyvolat spoustu nepříznivých otázek. V úvodu dotazníku byla zjišťující otázka, zda student bude maturovat z biologie, či nikoliv. Podle toho byli studenti rozděleni na maturující a nematurující studenty biologie. Pokud alespoň jeden student pochopil otázku a správně na ni odpověděl, znamená to, že správnou odpověď by měli znát i ostatní studenti. Jakmile studenti neodpovídali předpokládaným požadavkům, získali méně bodů.

#### 5.1.1 Otázka č. 1 (vznik prokaryotních organismů)

Chí-kvadrát test, mezi maturujícími a nematurujícími studenty a jejich evolučními faktografickými znalostmi, potvrdil závislost u studentů v České republice. To má za následek pravděpodobná příprava na maturitní zkoušku z biologie. U maturujících a nematurujících studentů Slovinska se závislost nepotvrdila, nematurující studenti totiž odpověděli na otázky správně častěji, než studenti maturující. To mohla ovlivnit jednotná struktura slovinských vzdělávacích osnov s důrazem na evoluci.

#### 5.1.2 Otázka č. 2 (nejstarší datované stopy života)

Závislost mezi maturujícími a nematurujícími studenty a jejich evolučními faktografickými znalostmi nebyla Chí-kvadrát testem prokázána, protože studenti odpovídali na obě části otázky – a) časový údaj, b) fosilní údaj, velmi nepřesně. První část otázky byla úspěšnější, než část druhá. To mohla zapříčinit již zmiňovaná formulace otázky na dva údaje zároveň, a proto studenti většinou odpověděli pouze na jednu část otázky.

### 5.1.3 Otázka č. 3 (prvotní atmosféra)

Otázka byla studenty správně pochopena, protože na ni většina studentů odpověděla správně. Prokázalo se (statistikou i Chí-kvadrát testem), že vyšší znalosti o prvotní atmosféře a vzniku kyslíku mají více maturující studenti (jak v České republice, tak ve Slovinsku), než studenti nematurující.

### 5.1.4 Otázka č. 7 (obrázek dokládající evoluci)

Celkem v otázce vzniklo z obrázků 14 kategorií. Otázka sice neobsahovala žádnou možnost, aby student doplnil svůj nákres textem (co přesně zamýšlel nakreslit) ale i tak mnozí studenti obrázek popsali i písemně. V nevýhodě se objevují ovšem studenti, kteří obrázek dodatečně písemně nepopsali, co přesně kresbou zamýšleli, a jejich obrázek se ve výsledku mohl lišit.

Je zajímavé, kolik studentů se nechalo inspirovat jinými zdroji, než učebnicí. Někteří studenti vnímají evoluci nejen u organismů, ale i u neživých předmětů, jako jsou například mobilní telefony nebo I-pad. Ještě více studenty ovlivňují americké animované seriály Simpsonovi (v seriálu hlavní hrdina prodělává evoluci od dělení prokaryotů – přes mořské bezobratlé živočichy – po vznik ryb a přechod obratlovců na souš, kterou již mezitím obydlel hmyz, vývoj postupuje přes největší skupinu plazů na Zemi, až po vývoj savců a evoluci člověka společně i s jeho působením na životní prostředí). Další seriály jsou: japonský animovaný seriál Pokémon, americký animovaný film Doba ledová a československo-francouzský film Stvoření světa. Zajímavé je i ekologické pojetí a přizpůsobování se například potravnímu řetězci různou specializací ptačích zobáků.

### 5.1.5 Otázka č. 9 (příčiny biodiverzity)

Většina studentů se shodla na správných evolučních faktorech, které ovlivňují biodiverzitu. Chí-kvadrát testem se potvrdilo, že maturující studenti (jak v České republice, tak ve Slovinsku) si uvědomují vliv evoluce a evolučních faktorů na biodiverzitu lépe, než studenti nematurující.

### 5.1.6 Otázka č. 10 (vztah zoologie a paleontologie)

Otázka předkládala jednotlivé možnosti v jednotném i množném čísle, což mohlo její výsledek ovlivnit. Většina studentů se přesto shodla, že zoologie má souvislost s paleontologií, protože obě vědy se zabývají jak hledáním společného předka, tak podobnostmi mezi vyhynulými a recentními organismy na základě fosilních nálezů (hmatatelné doklady evoluce). Chí-kvadrát testem se potvrdilo, že maturující studenti (jak v České

republice, tak ve Slovinsku) si uvědomují tyto podobnosti lépe, než studenti nematurující.

### 5.1.7 Otázka č. 11 (seřazení taxonů)

Otázka byla studenty pojata velmi pestře. Vzniklo celkem 85 variant odpovědí.

Vizuálně otázka vybízela ke srovnání následujících taxonů do řady (proto studenti netušili, že je možné umístit i dva taxony na stejnou úroveň). Studenti v otázce jednotlivé taxony seřazovali tak, jak je mají uvedené v učebnicích. Zde jsou schémata někdy nepřesně prezentována, protože neobsahují důraz na parafyletické nebo monofyletické skupiny organismů. Studenti se tak nesprávně utvrzují v chybném seřazení.

V gymnaziálních učebnicích je například skupina plazí propagována jako parafyletický taxon – nezahrnuje ptáky. Monofyletický taxon naopak ptáky zahrnuje. Ptáci tedy mohou patřit do skupiny plazů, protože jejich nejbližšími příbuznými jsou krokodýli. Otázka tak nabývá dvojsmyslu – student chápal taxon plazů buď jako skupinu parafyletickou – nechal ve své odpovědi ptáky vzniknout později, nebo taxon chápal jako skupinu monofyletickou – nechal ve své odpovědi ptáky a plaze vzniknout současně. Žádná odpověď studentů však nepopisovala stejný vývojový stupeň ptáků a plazů. Vzniklé kategorie jsou i tak natolik konkrétní, že tato skutečnost výsledky neovlivnila.

### 5.1.8 Otázka č. 12 (definice evoluce)

Během vyhodnocování otázky se podařilo vytvořit celkem osm možností, do kterých byly jednotlivé definice evoluce rozříděny. Bylo zjištěno, že formulace definice evoluce dělá většině studentům značný problém. Pokud mají studenti odpovídat na otázky s výběrem odpovědi, úspěšnost v otázce je vyšší, než u otevřených otázek. Studentům dělalo problém především formulovat své myšlenky do definice evoluce, které by se případně mohly podobat definicím diskutovaným v částech 2.1 a 2.2.

V úvodu otázky je zmíněno, že student má odpovědět „stručně“. Tato formulace otázky mohla výsledek nepatrně ovlivnit, protože studenti, kteří by se rozepsali více, tak neučinili. Zároveň ale tato formulace otázky již předem zabránila vzniku nesmyslně dlouhé definice evoluce, ve kterých by se často podstata věci ztrácela. To ve výsledku i zjednodušilo překládání jednotlivých definic ze slovinského jazyka do českého.

Celkový souhrn všech definic získaných od studentů je v příloze H.

### 5.1.9 Otázka č. 13 (vybrané mechanismy evoluce)

Otázce studenti porozuměli, protože měli pravděpodobně již předdefinované jednotlivé mechanismy evoluce. Zejména maturující studenti získali plný počet bodů velice často.

Chí-kvadrát testem se potvrdilo, že maturující studenti (jak v České republice, tak ve Slovinsku) si uvědomují mechanismy evoluce lépe, než studenti nematurující.

### 5.1.10 Otázka č. 15 (návrat savců do vodního prostředí)

Nejprve jsem se domnívala, že nákres šipky pro studenty nebude problém, zvláště když si již předem studenti zakroužkují slovní znění správné odpovědi. Ve výsledku se odpovědi studentů velmi lišily a vznikla pestrá škála kombinací. Nákres šipky vývoje byl ale v mnoha případech pochopen úplně špatně. Vývojová šipka měla znázorňovat sekundární návrat savců zpět do vodního prostředí. Veliká část studentů kreslila vývojovou šipku ale úplně obráceně (to by znamenalo vznik savců přechodem z vodního prostředí na souš, což není možné). Studenti, kteří správně zakroužkovali předdefinovanou odpověď v první části otázky a špatně nakreslili šipku vývoje ve druhé části otázky (obráceně) a naopak, nemohli nad odpovědí přemýšlet, a proto neprojevili evoluční myšlení v souvislostech.

Pro lepší pochopení obrázku jsem zde uváděla i české názvy (suchozemský obratlovec a velryba). Český text ale obsahuje disproporce v taxonomickém uspořádání: „suchozemský obratlovec“ měl navést studenta k jeho adaptaci na souš, ale jedná se o podkmen obratlovců. Naopak „velryba“ je název rodový, což mohlo studenta zmást. Přesto byl studentovi nápovědou nejen tvar těla velryby na obrázku, ale i vzhled horizontální ocasní ploutve, která vodní savce charakterizuje. Studenti nepoznali v obrázku delfína a asi ani velrybu, nevšimli si tvaru ocasní ploutve, ani nebrali v úvahu jejich společného předka (sudokopytníka), a proto kreslili vývojovou šipku obráceně.

## 5.2 Vlivy na výsledek evolučního dotazníku

Výsledek dotazníkového šetření v České republice a ve Slovinsku byl ovlivněn rozhodnutím studenta, zda bude (nebude) maturovat z biologie, vzdělávacím systémem (včetně výuky biologie učitelem a učebnicí) i přístupem a zaměřením samotné školy.

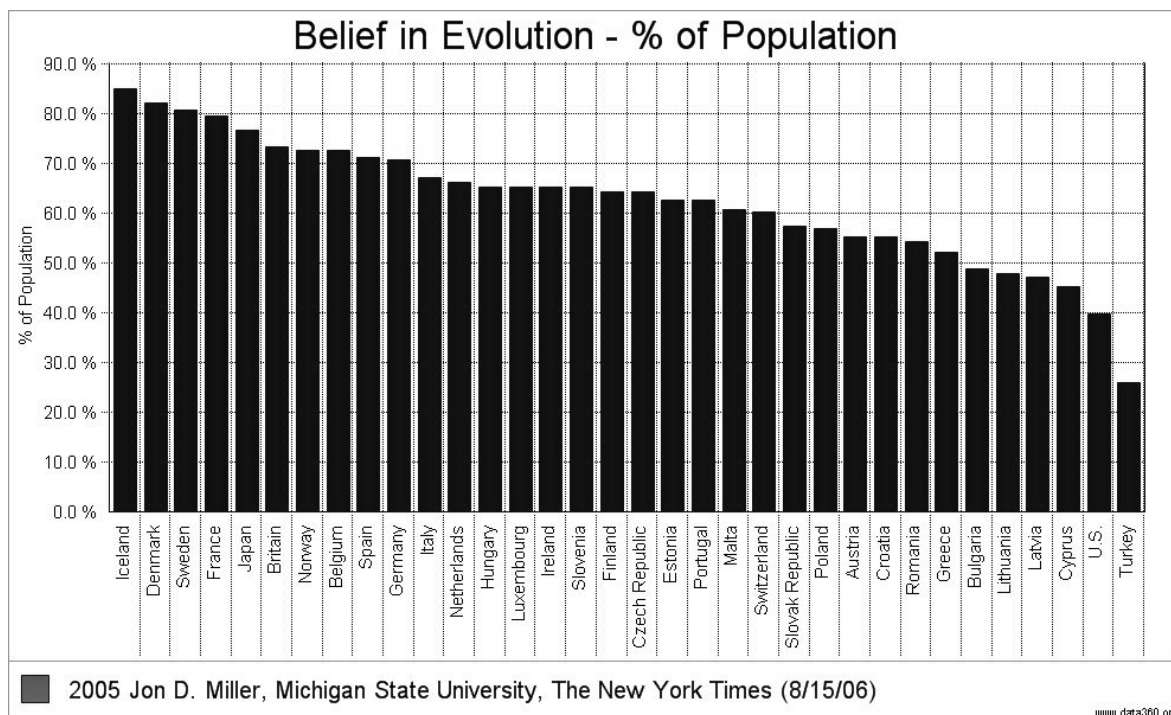
Církevní školy mohou mít odlišný způsob a výuku evoluce z důvodu pro ně citlivějšího tématu. Biskupské gymnázium v Praze však nevykazovalo významné odchylky v jednotlivých otázkách a studenti zde mají spíše průměrné znalosti o evoluci.

Náboženství může ovlivnit výsledek dotazníku, protože evoluční teorie je v rozporu s náboženskou vírou. Nedostatečné přijímání evoluce je problém patrný (hlavně již ve zmiňované Americe) i v Turecku, kde je přijetí evoluční teorie mnohem nižší, než například v západní a střední Evropě (Miller a kol., 2006) jak ukazuje obrázek 5.1.

Kreacionismus může zavítat i do normální výuky biologie v České republice a tím by mohl ovlivnit výsledky dotazníku. Vyučující si totiž mohou dohodnout vlastní před-



Obrázek 5.1: Víra v evoluci ve světě



Převzato z (Miller a kol., 2006):

<http://blog.chron.com/sciguy/2014/01/all-four-republican-candidates-for-lt-gov-teach-creationism-in-public-schools/>

nášku od kreacionisty Pavla Kábrta, přičemž jeho přednášky probíhají i několikrát do měsíce (Kábrt, 2014). Nejistila jsem však žádnou informaci o tom, že by některá škola přednášky využila.

V Evropě evoluci přijímá celkem 32 zemí, nejvíce Island, Dánsko, Švédsko a Francie více jak z 80%. Česká republika i Slovinsko mají relativně stejné procentuální přijetí evoluce a proto není divu, že i v této práci mají obě země podobné výsledky v evoluční gramotnosti, i když Slovinsko je země mnohem více křesťanská (78% křesťanů), než Česká republika (23,3% křesťanů) (NewsLab, 2010). Přijímání evoluce je v Evropě tedy mnohem vyšší než v ostatních kontinentech. Evoluce je v Evropě přímo uváděna ve školních vzdělávacích programech, je zařazena do vzdělávacích cílů a studenti se s ní setkají na každé škole.

Dalším vlivem je zaměření školy: přírodovědné, jazykové, hudební, technické a informační, umělecké, sportovní, atd. Právě přírodovědné a všeobecné zaměření škol má hodinovou dotaci biologie nejvyšší (tabulka 2.3 na straně 12). Studenti České republiky i Slovinska mají na gymnáziu biologii povinnou ve všech třech letech studia a liší se až čtvrtý rok studia hlavně v délce biologického semináře. Studenti v České repub-

lice mají počet hodin přímo stanoven dle zaměření školy. Přírodovědné a všeobecné zaměření studentovi umožňuje navštěvovat hodiny biologie i ve čtvrtém úseku studia v podobě regulérních hodin biologie, nebo v podobě biologických seminářů, které probíhají v odpoledním vyučování.

Hodinové dotace na gymnáziích v České republice a ve Slovinsku jsou různé, proto se liší i odpovědi studentů jak v jejich správnosti, tak v pestrosti. Studenti Slovinska mají první tři roky studia téměř konstantní počet hodin, čtvrtý rok si volí volitelný předmět: biologický seminář, pokud se hodlají biologii v budoucnu dále věnovat.

Český vzdělávací systém má evoluci v RVP G zahrnutou po malých částech v jednotlivých kapitolách, případně úplně chybí. Studenti České republiky proto nezískávají ucelený pohled na evoluci. Celkově lze ale říci, že s pomocí kvalitního učitele v hodině mají žáci i studenti možnost se o evoluci hodně dovědět. Evoluce není v RVP G záměrně skrytá (jako na některých školách v Americe, kde se jí učitelé schválně vyhýbají), naopak je přiznaná a je zde i část výstupů, které evoluci podporují. Studenti by dle RVP G měli mít výstupy dostatečné k tomu, aby evoluční dotazník v této práci zodpověděli.

Slovinský vzdělávací systém má velmi podrobně rozpracované vzdělávací osnovy (s důrazem na evoluci) včetně očekávaných cílů. Studentům je evoluce předkládána přímo v logické posloupnosti a zároveň ve velmi podobné posloupnosti, kterou předkládal dotazník ve formě speciálního pořadí otázek. Na každou otázku v dotazníku bychom ve výsledku našli i více jak jeden očekávaný výstup, který, někdy i velmi přesně, předkládá správnou odpověď. Studenti by měli ve většině dotazník vyplnit zcela správně, což se některým relativně podařilo.

### 5.3 Porovnání výsledků se světovými výzkumy

Bylo velmi zajímavé porovnat výsledky mého dotazníkového šetření s ostatními výzkumy. Nejvíce prací byly původem z Ameriky (hlavně v USA), kde byly výsledky kumulativní (z jednotlivých škol byly výsledky prezentovány jako název státu v jediném souboru), v menší míře pak v Asii (především Turecko) a v Evropě. V některých případech se evoluce porovnávala s procentem věřících lidí, jindy do jaké míry ovlivňuje názor na evoluci kreacionismus, či změny ve vzdělávacích systémech na školách. Tato práce má již ale velmi konkrétní zaměření. Pro srovnání bylo vybráno několik prací, které jsou zajímavé z hlediska metodiky i výsledků.

Velmi podobný výzkum byl proveden Müllerovou (2012) v České republice a zabýval se rovněž evolucí pomocí dotazníkového šetření studentů základní a střední školy. Studie zjišťovala evoluční znalosti studentů, mapovala osobní názory studentů a prezentovala,

nakolik jsou studenti schopni nejenom definovat konkrétní biologické pojmy, ale zda si i uvědomují jejich význam z pohledu evolučního procesu. Práce byla zaměřená striktně na české prostředí škol. Za tímto účelem je i konstruován dotazník (příloha C), který je sestaven ze dvou částí: první část je věnována evolučním vědomostem, druhá část je věnována osobním názorům studentů na evoluci. Celkem se dotazníků zúčastnilo 586 studentů z osmi škol. Otázky měly předdefinované odpovědi, což usnadňovalo jejich vyhodnocování.

Dotazník obsahuje v první části dvě otázky zaměřené na evoluci organismů: „2) Co je to evoluce organismů?“

a) *Postupný vývoj Země na prvohory, druhohory, třetihory, čtvrtohory.*

b) **Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.**

c) *Přímé stvoření jednotlivých druhů.*

d) *Schopnost organismů měnit svoje zbarvení v případě ohrožení.*

Na tuto otázku odpovědělo správně nejvíce studentů ze všech otázek (88%). Evoluční terminologii studenti umí tedy správně používat, ale důležité je i pojmům porozumět. Tuto schopnost studenti následně potvrdili, když v navazující otázce č. 3) „Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?“ – odpověděli opět správně (z 88%):

a) *Že mladá se mění na dospělé.*



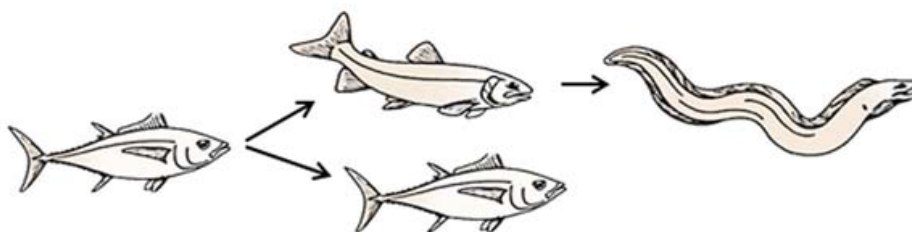
b) *Že mláďata vypadají jinak, než jejich rodiče, protože mají znaky obou rodičů.*



c) *Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj vždycky bude jiný druh organismu.*



d) *Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.*



Studenti pochopili otázky správně, pojůmů rozumí a umí je správně používat. Studie Müllerové dále prokázala, že některé běžné pojmy z evoluční biologie jsou studentům nejasné. To může mít za následek vysvětlení evolučního pojmu dalším evolučním pojmem, a pokud se student neorientuje v základní terminologii, vysvětlení nepochopí. Naopak studie odhalila i studenty, kteří umí naopak sami definovat velmi složité pojmy v evoluční biologii.

Otázky jsou podobného zaměření jako otázka č. 12 v této práci, která zjišťovala nejstručnější definici pojmu „evoluce“ vlastními slovy studenta. Otázka č. 12 byla odlišná otevřeným charakterem a odpovědi se proto lišily natolik, že nebylo možné je statisticky zpracovat. I když studenti neměli v otázce č. 12 předdefinované odpovědi, odpovědi typu: vývoj člověka, organismů, života, a druhů, byly taktéž nejčastější odpovědi studentů České republiky (39,6%) i studentů Slovinska (29,6%).

V několika případech se v tomto výzkumu i ve výzkumu Millerové odpovědi studentů na otázky (na sebe navazující) lišily, a proto se domnívám, že studenti odpověď neznali, či nad její odpovědí neuvažovali, neprojeví tak evoluční gramotnost (část 2.5.1). To může mít za následek například nesourodost vzdělávacího systému v České republice (tabulka 2.1, strana 8) oproti Slovinsku (kde je tato situace mnohem lepší, tabulka 2.2, strana 8).

V USA byla evoluční gramotnost zjišťována u studentů například v Ohio (Fuerst, 1984) na univerzitě (Ohio State Univerzity). Během diskuze o evoluci Fuerst došel ke zjištění, že v Ohio je velmi nízká úroveň přijetí evoluční teorie. Zjišťoval, do jaké míry studenti univerzity v Ohio, kteří navštěvují obecný biologický kurz, lingvistiku, antropologii a genetiku, přijímají koncept Darwinovské teorie evoluce. Za tímto účelem

rovněž použil dotazník (z části převzatý od výzkumů z časopisu Glamour, pro srovnání výsledků), kterého se výsledně zúčastnilo 2387 studentů z deseti různých kurzů biologie. Kompletní dotazník uvádím v příloze D.

První otázka dotazníku (Fuerst, 1984) zjišťuje, zda dotyčný student přijímá Darwinovskou teorii evoluce: „1. Věříte v Darwinovu teorii evoluce?. a) ano; b) ne;“. Na otázku odpovědělo kladně 62% a záporně 30% studentů. Zbytek studentů na otázku buď neodpověděl, nebo zakroužkoval obě možnosti. Větší rozdíl kladných odpovědí byl mezi studenty kurzů různého zaměření než mezi studenty kurzů stejného zaměření. Velké procento kladných odpovědí ukazuje, že čím více je u studentů posíleno biologické vzdělávání (např.: kurzem genetiky), tím je více kladných odpovědí, což ukazuje tabulka 2 ve Fuerstově práci na str. 221 (1984). Nejvíce kladných odpovědí je u studentů, kteří absolvovali kurz genetiky (86% a 84%) a antropologii (82%), nejméně naopak studenti, kteří měli kurz lingvistiky a pouze základní kurz biologie (50%).

Tato práce rovněž potvrzuje, že maturující studenti z biologie, kteří se z většiny rovněž více zajímají o biologii (například se i aktivně účastní biologického semináře) mají vyšší úspěšnost v evolučním dotazníku bez ohledu, z jaké země pocházejí. Zároveň otázka č. 12 je opět podobného znění jako otázka č. 6 ve Fuerstově práci tabulka č. 6 na str. 224 (1984): „Která z následujících možností nejlépe souhlasí s dojmem z moderní teorie evoluce?“ – a) *přežití nejschopnějších*; b) *Evoluce nastala proto, že různé organismy mají různý počet potomků*; c) *Člověk se vyvinul buď gorily nebo z šimpanze v Africe*; d) *Vývoj zapojen k účelnému směřování k „vyšším“ formám, (stabilní pokrok od mikrobů na člověka)*; e) *K evoluci došlo proto, že silný nakonec eliminovat slabé*. Podle výsledků z otázky č. 6 vyplývá, že studenti nemají jasnou představu o základních mechanismech způsobující evoluční změny v populacích. Starší studenti volili v kurzech možnost b) až o 6% - 13% více, než noví studenti na univerzitě. Fuerst zjistil, že jednoduchá víra v evoluci neznamena lepší pochopení této vědecké teorie.

Zdá se tedy, že v USA nejsou biologické obory příliš úspěšné v předávání správného pochopení moderních evolučních myšlenek. Celkově Fuerst zjistil, že studenti, zajímající se o biologii a navštěvující biologické přednášky, mají větší pravděpodobnost kladné odpovědi například na otázku č. 1. tak, jako v mém případě maturující a nematurující studenti středních škol mají vyšší pravděpodobnost správné odpovědi, než studenti nematurující.

V USA je evoluce pořád jednou z mnoha oblastí, kde je ve vzdělávání problém, a to konkrétně v manipulaci u vzdělávacích osnov na školách ve velkém měřítku. To má vážný důsledek pro studenty v přírodovědné gramotnosti. Vzdělávání na školách ovlivňuje mnoho faktorů: výběr učebnic, kvalita učitelů i jejich znalostí, organizace vzdělávacích programů (např.: kolik času se věnuje určitému tématu), co je zahrnuto

v celostátních testech, a zda jsou testy výsledkem, který přinese důsledky pro děti, učitele, školy a vzdělávací programy. Lerner (2000) proto provedl výzkum evolučního vzdělávání studentů ve všech státech USA a zaměřil se na to, zda osnovy škol podávají studentům pravdivé informace o biologické evoluci. Celkově tedy na školách zkoumal míru přírodovědné gramotnosti v jednotlivých zemích (do jaké míry je evoluce na škole vědou nebo již vírou). Zjistil, že ne všichni studenti USA mají šanci se evoluční informace dozvědět z důvodu již zmíněných manipulací ve vzdělávacích osnovách škol.

Výuka evoluce se mezi státy USA výrazně liší (nejvíce u států Arkansas, Florida, Georgia, Kansas, Maine, Mississippi, New Hampshire, Severní Dakota, Ohio, Oklahoma, Wyoming, Západní Virginia, Tennessee). Nejčastější problémy, které Lerner výzkumem odhalil jsou: oddalování se s evolučním tématem od učebnic, kdy je evoluce vykládána nesrozumitelně; přehlížení historie Země; v mnoha případech úplné vypuštění evoluce člověka; leckde se autoři vzdělávacích programů vyhýbají jakémukoliv použití slova „evoluce“. Problém s učebnicemi bohužel nemohu porovnat, protože spousta studentů ve škole učebnici biologie ani neměla. Je tedy možné, že tento problém je aktuální i u nás a ve Slovinsku.

V Evropě je rovněž podporována evoluce člověka. Bohužel někdy v takové míře, že evoluci ostatních taxonů úplně přebije a studenti si pod pojmem „evoluce“ vybavují právě pouze evoluci člověka. Znamená to tedy, že u ostatních organismů evoluce neprobíhá? Pokud si toto uvědomují studenti středních škol, měla by je pak vysoká škola, média, vědecké a odborné texty, články a časopisy co nejdříve přesvědčit o opaku. Celkově je však v Evropě slovo „evoluce“ veřejně často používáno, a proto o jeho utajení snad ani není možné přemítat.

Veřejný průzkum v Itálii (Crivellaro – Sperduti, 2014) během Darwinova dne v únoru 2013 (veřejná oslava v Římě) zjišťoval veřejné mínění o evoluci (nezahrnoval již školy a studenty, ale mapoval lidi účastnící se Darwinova dne). Písemný dotazník byl vyplněn 124 účastníky za účelem zjišťování postojů a úrovně znalostí o evoluci u veřejnosti. Dotazník zahrnoval osm tvrzení s kontextem evolučních problémů označených jako náročných: *1. všeobecné nepřijetí evoluce, 2. nepochopení základních pojmů původu s modifikací a přirozeným výběrem, 3. finální pohledy a interpretace*. Každé tvrzení mělo tři možnosti odpovědi: ano, ne, nevím. Výsledky tohoto průzkumu ukazuje tabulka E.1.

Dotazník zahrnoval celkem osm tvrzení: *A1 – Všechny živé druhy jsou výsledkem evolučních procesů; A2 – Vývoj vede k pokroku; A3 – Evoluce je postupná transformace jednotlivých jedinců; A4 – Evoluce stále probíhá; A5 – Lidé a šimpanzi sdílejí společného předka; A6 – Lidé jsou konečné a nejlepší výsledky evoluce; A7 – Přirozený výběr zahrnuje organismy usilující o přizpůsobení (adaptaci); A8 – Nejnovější vědecké objevy popírají evoluci.*

A1 a A8 zjišťuje míru přijetí evoluce, která je poměrně vysoká, A5 zjišťuje evoluční původ člověka, A2 a A6 předkládá mylnou představu o evoluci – jako o pokroku, A3 a A7 zjišťuje pochopení mechanismů evoluce, A4 zjišťovalo průběh evoluce (100% správných odpovědí, proto byla tato možnost z celkové analýzy vyloučena).

Výsledky ukazují, že přijetí evoluce tedy není problém u laické veřejnosti, ale objevuje se zde problém v chápání některých základních principů. Všichni účastníci se shodli na tvrzení A4, že evoluce stále probíhá. Uvědomují si tedy, že stále vznikají druhy nové a zanikají druhy staré. Tvrzení A1, že všechny živé druhy jsou výsledkem evolučních procesů, je druhým nejčastěji správným voleným tvrzením s 93,5%. Poslední správné tvrzení A5, že lidé a šimpanzi sdílejí společného předka, volilo správně 85,5% lidí. Celkově mladší lidé dosahují lepšího výsledku než respondenti starší 65 let, což odráží vědecké vzdělávání v Itálii, které pokročilo v posledních desetiletích.

Průzkum Clémenta a kol. (2009) rovněž potvrzuje, že italští učitelé, zejména ti, kteří učí biologii, mají zpravidla vysokou úroveň přijetí evoluce, ve srovnání s kolegy ve zbytku Evropy, Afriky a Středního východu.

Ať už provádíme výzkum v Americe, nebo u nás, čím více budeme studenty v evolučních tématech vzdělávat, tím je větší pravděpodobnost obecného přijímání evoluční teorie. Tento potenciál mají v této práci jednoznačně maturující studenti z biologie.

# Kapitola 6

## Závěr

Diplomová práce se zabývala otázkou „Existuje korelace mezi rozhodnutím studenta maturovat nebo nematurovat z biologie a jeho faktografickými znalostmi z evoluční biologie“. Při zpracování práce jsem se pokusila detailně zjistit rozdíl v evolučních faktografických znalostech mezi maturujícími a nematurujícími studenty v České republice a ve Slovinsku.

Při vypracování dotazníku jsem volila otázky zabývající se evoluční faktografií, která je vyučována ve vzdělávacích programech (osnovách) v obou zemích. Většina otázek se zdá být dobře formulována, protože na ně někteří studenti správně odpověděli.

Statistickými výsledky se v závěru podařilo ověřit cíl diplomové práce „prokázat závislost mezi maturujícími studenty a jejich evolučními faktografickými znalostmi z evoluční biologie“. V několika otázkách (a jejich částech) převážně Slovinsko tuto skutečnost nepotvrdilo úplně. Získané výsledky jen z části potvrdily, že maturující studenti mají kvalitnější evoluční faktografické znalosti a někteří je navíc dokáží i využívat v nejrůznějších souvislostech a asociacích. Pro Českou republiku jsou výsledky jednoznačné a byla prokázána zjišťovaná závislost. Pro Slovinsko se závislost nepotvrdila, protože jejich vzdělávací osnovy vycházejí z evoluce velmi precizně. Výsledek, že maturující studenti mají lepší evoluční faktografické znalosti, potvrdily (z šesti statisticky vyhodnocených otázek z dotazníku) tři otázky (č. 9, 10 a 13) zcela a zbytek otázek (č. 1, 2 a 3) jen z části.

Kromě těchto výsledků jsem se snažila práci pojmout v širším kontextu a pokusila jsem se zjistit, jakou mají studenti představu o evoluci (kterou zkoumalo dalších pět otázek). Z mého výzkumu se ukázalo, že jsou dnešní studenti evolučně ovlivňováni nejrůznějšími obrázky na internetu s chybnou interpretací evoluce (např.: pouhá evoluce člověka) či americkými animovanými seriály a filmy, kterým studenti přisuzují pravděpodobně vědecký základ. K definici evoluce se přiblížilo jen velmi málo studentů a sekundární návrat savců zpět do vodního prostředí si studenti představují v úplně



opačném směru. Domnívám se, že přesnější taxonomické popsání stejné váhy by mohlo studenty příště lépe navést na správnou odpověď. Pokud ale předdefinuji jednotlivé mechanismy evoluce přímo do otázky, studenti nemají problém si tyto mechanismy s evolucí propojit. Je tedy možné, že pokud předložíme studentovi určité evoluční pojmy, dokáže s nimi správně pracovat.

Díky výše uvedenému doufám, že práce může být pro učitele užitečná již výsledným dotazníkem (příloha B), který navrhuji pro další výzkum. Věřím, že má práce může přispět ke středoškolskému vzdělávání. Budu velice ráda, když tyto otázky budou v budoucnu dále využity, protože výsledky evolučních témat budou vždy velmi zajímavé.

# Literatura

- ALLMON, W. D. Why Don't People Think Evolution Is True? Implications for Teaching, In and Out of the Classroom. *Evolution: Education and Outreach*. prosinec 2011, 4, 4, s. 648–665. ISSN 1936-6426, 1936-6434. doi: 10.1007/s12052-011-0371-0.
- ALTERS, B. J. – NELSON, C. E. Perspective: Teaching Evolution in Higher Education. *Evolution*. 2002, 56, 10, s. 1891–1901. ISSN 1558-5646. doi: 10.1111/j.0014-3820.2002.tb00115.x.
- ATHANASIOU, K. – KATAKOS, E. – PAPADOPOULOU, P. Conceptual ecology of evolution acceptance among Greek education students: the contribution of knowledge increase. *Journal of Biological Education*. 2012, 46, 4, s. 234–241. ISSN 0021-9266. doi: 10.1080/00219266.2012.716780.
- BALGOPAL, M. M. Learning and Intending to Teach Evolution: Concerns of Pre-service Biology Teachers. *Research in Science Education*. červenec 2013, 44, 1, s. 27–52. ISSN 0157-244X, 1573-1898. doi: 10.1007/s11165-013-9371-0.
- CLÉMENT, P. – QUESSADA, M.-P. Creationist Beliefs in Europe. *Science*. 2009, 324, 26, s. 1644.
- CRIVELLARO, F. – SPERDUTI, A. Accepting and understanding evolution in Italy: a case study from a selected public attending a Darwin Day celebration. *Evolution: Education and Outreach*. květen 2014, 7, 1, s. 13. ISSN 1936-6434. doi: 10.1186/s12052-014-0013-4.
- CURRY, A. Creationist Beliefs Persist in Europe. *Science*. únor 2009, 323, 5918, s. 1159–1159. ISSN 0036-8075, 1095-9203. doi: 10.1126/science.323.5918.1159.
- CURTIS, H. – BARNES, N. S. *Biology*. W. H. Freeman, fifth edition edition edition, duben 1989. ISBN 9780879013943.
- DARWIN, C. *O vzniku druhů přírodním výběrem*. ČSAV, 1953.

- DRAKE – WALKER. The intergenerational effects of fetal programming: non-genomic mechanisms for the inheritance of low birth weight and cardiovascular risk. *Journal of Endocrinology*. 2004, , 180, s. 1–16.
- EURYDICE NETWORK. Slovenia, 2015. Dostupné z: <<https://webgate.ec.europa.eu/fpfis/mwikis/eurydice/index.php/Slovenia:Overview>>.
- FLEGR, J. *Úvod do evoluční biologie*. Academia, 2007. ISBN 978-80-200-1539-6.
- FLEGR, J. a kol. *Základy evoluční biologie pro gymnázia: projekt JPD3 - Přírodovědná gramotnost*. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, 2008. ISBN 9788086561684.
- FUERST, P. A. University Student Understanding of Evolutionary Biology's Place in the Creation/Evolution Theory. prosinec 1984. ISSN 0030-0950. Dostupné z: <<http://hdl.handle.net/1811/23026>>.
- FUTUYMA. *Evolution*. Sinauer Associates, Inc., 2005. ISBN ISBN 0-87893-187-2.
- GAVORA, P. *Úvod do pedagogického výzkumu*. Paido, 2000. ISBN 9788085931792.
- GROSSCHEDL, J. – KONNEMANN, C. – BASEL, N. Pre-service biology teachers' acceptance of evolutionary theory and their preference for its teaching. *Evolution: Education and Outreach*. srpen 2014, 7, 1, s. 1–16. ISSN 1936-6426, 1936-6434. doi: 10.1186/s12052-014-0018-z.
- CHRÁSKA, M. *Metody pedagogického výzkumu*. Grada Publishing a.s., 2007. ISBN 9788024713694.
- JELÍNEK, J. – ZICHÁČEK, V. *Biologie pro gymnázia*. Olomouc, 2005. ISBN 978-80-7182-338-4.
- JERMAN, I. E-mailová korespondence: evoluční vzdělávání ve Slovinsku, prosinec 2014.
- KÁBRT, P. *Kreacionismus*, 2014. Dostupné z: <<http://kreacionismus.cz/prednasky>>.
- KENNEDY, D. *Teaching About Evolution and the Nature of Science*. The National Academy of Sciences, 1998. ISBN 0-309-06364-7.
- KILIÇ, D. S. – SORAN, H. – GRAF, D. Factors influencing the teaching of evolution. *H. U. Journal of Education*. 2011, , 41, s. 255–266.

- LERNER, L. S. *Good Science, Bad Science: Teaching Evolution in the States*. Diane Pub Co, říjen 2000. ISBN 9780756706487.
- MAYR, E. *Toward a New Philosophy of Biology: Observations of an Evolutionist*. Harvard University Press, reprint edition edition, září 1989. ISBN 9780674896666.
- MAYR, E. *What Evolution is*. Basic Books, 2001. ISBN 0465044263.
- MERRIAM-WEBSTER, INC. Merriam-Webster on-line dictionary, 2015. Dostupné z: [<http://www.merriam-webster.com/>](http://www.merriam-webster.com/).
- MILLER, J. D. – SCOTT, E. C. – OKAMOTO, S. Public Acceptance of Evolution. *Science*. srpen 2006, 313, 5788, s. 765–766. ISSN 0036-8075, 1095-9203. doi: 10.1126/science.1126746.
- MÜLLEROVÁ, L. Pojem evoluce a jeho vnímání žáky základních a středních škol. *Scientia in educatione*. 2012, 3, 2. ISSN 1804-7106. Dostupné z: <http://www.scied.cz/index.php/scied/article/view/36>.
- MŠMT. *Rámcový vzdělávací program pro gymnázia*. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, 2007. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/file/159>. ISBN 78-80-87000-11-3.
- MOORE, R. – COTNER, S. Educational Malpractice: The Impact of Including Creationism in High School Biology Courses. *Evolution: Education and Outreach*. 2009, 2, 1, s. 95–100. ISSN 1936-6426. doi: 10.1007/s12052-008-0097-9.
- MSS. *Učni načrt biologija*. Društva biologov Slovenije, 2008. Dostupné z: [portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/media/pdf/ucni\\_nacrti/UN\\_BIOLOGIJA\\_gimn.pdf](http://portal.mss.edus.si/msswww/programi2008/programi/media/pdf/ucni_nacrti/UN_BIOLOGIJA_gimn.pdf).
- NEWSLAB. Náboženství v Evropě, 2010. Dostupné z: <http://www.newslab.cz/cz/religions/>.
- PAPÁČEK a kol. *Zoologie*. Scientia, 1997. ISBN 80-7183-203-0.
- PIAČEK – KRAVČÍK. Znalosť, 1999. Dostupné z: <http://dai.fmph.uniba.sk/~filit/fil/fil.html>.
- ROZSYPAL. *Nový přehled biologie*. Scientia, 2003. ISBN 80-86960-23-4.
- STUŠEK, P. a kol. *Evolucija, biotska pestrost in ekologija*. DZS, založništvo in trgovina, D. D., 2012. ISBN 978-961-02-0197-7.

SVOBODOVÁ, J. Perspektivy a koncepce přírodovědného vzdělávání. In MAGNANIMITAS, T. C. R. H. K. (Ed.) *Recenzovaný sborník příspěvků vědecké konference s mezinárodní účastí Sapere Aude 2013*, s. 167–171, Hradec Králové, 2013. European Institute of Education. Dostupné z: <[http://www.vedeckekonference.cz/library/proceedings/sa\\_2013.pdf](http://www.vedeckekonference.cz/library/proceedings/sa_2013.pdf)>. ISBN 978-80-905243-6-1.

ŠMARDA – SUCHARDOVÁ. *Genetika pro gymnázia*. Fortuna, 2003.

TUKEY, J. W. Comparing Individual Means in the Analysis of Variance. *Biometrics*. 1949, 5, 2, s. 99–114. ISSN 0006-341X. doi: 10.2307/3001913.

UNIVERSITY OF CALIFORNIA MUSEUM OF PALEONTOLOGY – NATIONAL CENTER FOR SCIENCE EDUCATION. An introduction to evolution, 2015. Dostupné z: <[http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evo\\_02](http://evolution.berkeley.edu/evolibrary/article/evo_02)>.

WILES, J. R. – ALTERS, B. Effects of an Educational Experience Incorporating an Inventory of Factors Potentially Influencing Student Acceptance of Biological Evolution. *International Journal of Science Education*. 2011, 33, 18, s. 2559–2585. ISSN 0950-0693. doi: 10.1080/09500693.2011.565522.

# Příloha A

## Dotazník

Dotazníky uvádím ve zmenšené podobě z důvodu formátování stránek v této práci. Dotazníky v původní velikosti jsou ve formátu PDF na CD, které je součástí této práce.

Následující dotazník, použitý v této práci, je v českém i slovinském jazyce.

### Biologické dotazníkové šetření na gymnáziích

Tento dotazník je **anonymní**, tzn. jeho výsledky **neovlivní** vaše prospěchové hodnocení (nebudou hodnoceny vaším učitelem). Dotazník slouží pouze jako podklad pro moji diplomovou práci na Přírodovědecké fakultě UK a proto vás prosím, abyste své odpovědi formulovali co nejpravdivěji. **U některých otázek může být i více správných odpovědí.** Za vaši pomoc vám moc děkuji.

**Bc. Hana Kuchová - Breburdová, obor učitelství biologie a zeměpisu pro střední školy**

★ Maturujete z biologie: **ANO** x **NE** (správnou odpověď zakroužkujte)

1. Co bylo dřív: a) Eukaryota nebo b) Prokaryota? (správnou odpověď zakroužkujte)

2. Ze které doby se zachovaly nejstarší stopy života a jaké to jsou?

.....

3. Nejstarší organismy na Zemi žily v atmosféře? (správnou odpověď zakroužkujte)

- a) kyslíkaté atmosféře
- b) bezkyslíkaté atmosféře

4. Jsou znalosti o zvířatech důležité také pro ty lidi, kteří budou mít technické nebo jakékoliv jiné nebiologické povolání a pokud ano, v čem?

.....

5. Na základě jakého principu (tzn. podle čeho) byl podle vašeho názoru vytvořen systém živočichů, který je uveden ve vaší učebnici zoologie / biologie? (správnou odpověď zakroužkujte)

- a) na základě společných znaků (podobnosti)
- b) podle C. Linného
- c) na základě fylogeneze
- d) na základě paleontologie
- e) na základě evolučního vývoje
- f) jiné: .....

6. Vyjádřete stručnou formou nejdůležitější obecný poznatek, který jste se ze všech vyučovacích hodin zoologie dozvěděli.

.....

7. Nakreslete obrázek nebo obrázky, který/é podle vás dokládají evoluci (namalujte váš poznatek, který dokládá evoluci = znázorněte graficky vaši představu evoluce).

8. Myslíte si, že člověk je dnes tvarově a velikostí stejný jako v době Karla IV.? (správnou odpověď zakroužkujte)

- a) ano, dnes je člověk stejný jako ve 14. století
- b) ne, dnes je člověk nižší
- c) ne, dnes je člověk vyšší
- d) jiné: .....

9. Co je příčinou biodiverzity (rozmanitosti živé přírody)? (je možné více správných odpovědí)

- a) přírodní podmínky
- b) rozmanitost genotypu
- c) životní prostředí
- d) Bůh
- e) evoluce
- f) přírodní výběr
- g) odlišný vývoj (fyzicko-geografické podmínky)
- h) změny genetické informace, mutace
- i) otáčení Země kolem své osy
- j) adaptace populace
- k) jiné: .....

10. Má zoologie nějakou souvislost s paleontologií (vědou o zvířatech existujících v minulosti)?

- a) ne, nemá žádnou souvislost
- b) ano, hledají podobnosti mezi vyhynulými a recentními organismy
- c) ano, hledají společného předka
- d) ano, ale pouze ve vývoji člověka
- f) jiné: .....

11. Seřadte organismy tak, jak si myslíte, že na Zemi postupně vznikaly.



pták



korýš



obojživelník



bakterie



plaz



člověk



ryba

12. Napište vlastními slovy co nejstručnější definici pojmu „EVOLUCE“.

13. Co je podle vašeho názoru nejdůležitější pro EVOLUCI? (je možné více správných odpovědí)

- a) metabolismus
- b) rozmnožování
- c) dráždivost
- d) dýchání
- e) Slunce
- f) genetická informace
- g) pohyb
- h) buňka
- i) dědičnost
- j) adaptace organismu na prostředí
- k) růst
- l) jiné: .....

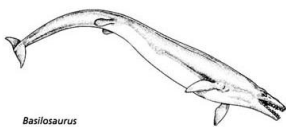
14. Co je to přirozený výběr a jaká je jeho role? (je možné více správných odpovědí)

- a) přežije nejsilnější jedinec na základě fyzických sil, slabý jedinec umírá
- b) přežije nejschopnější jedinec nejvýhodnějšího genotypu
- c) přežije jedinec s nejvyšší schopností reprodukce
- d) proces, který vybírá nejvýhodnější genetickou informaci v populaci
- f) jiné: .....

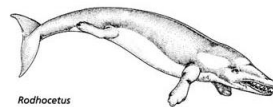
15. Co podle vašeho názoru tento obrázek v rámečku vyjadřuje? Zakreslete šipku vývoje.

- a) přechod obratlovců z vodního prostředí na souš
- b) přechod obratlovců ze souše zpět do vodního prostředí

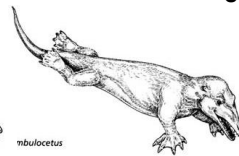
velryba



Basilosaurus

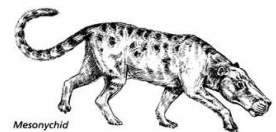


Rodhocetus



mbulocetus

suchozemský obratlovec



Mesonychia

★ Do rámečku **zakreslete šipkou**, v jaké posloupnosti se živočichové měnili (zleva doprava nebo zprava doleva). **Obrázek si předem dobře prohlédněte.**



Tímto vám chci poděkovat za váš čas a úsilí nad dotazníkem. Vaše odpovědi a obrázky bych ráda zveřejnila ve své diplomové práci.

Bc. Hana Kuchová - Breburdová.



### Biolško raziskovanje v srednjih šolah

Vprašalnik je anonimen, kar pomeni, da rezultati ne bodo vplivali na vašo oceno (ne bodo ovrednoteni s strani vašega učitelja). Vprašalnik služi le kot podlaga mojemu magistrskemu delu na Fakulteti za naravoslovje. Prosim vas, da oblikujete, kar se da iskrene odgovore. **Pri nekaterih vprašanjih je možnih več pravih odgovorov.** Za vašo pomoč se vam najlepše zahvaljujem.

Hana Kuchová - Breburdová, smer učiteljev biologije in geografije v srednjih šolah

★ Ali boste opravljali maturo iz biologije? DA x NE (obkroži pravi odgovor)

1. Kdo so živi prej: a) Eukarionti ali b) Prokarioti? (obkrožite pravi odgovor)

2. Iz katere dobe so se ohranile najstarejše sledi življenja in katere so te sledi?

.....

3. V kakšni atmosferi so na zemlji živi najstarejši organizmi? (obkrožite pravi odgovor)

- a) v kisikovi atmosferi
- b) v atmosferi brez kisika

4. Je poznavanje živi pomembno tudi za tiste ljudi, ki imajo tehnične ali druge nebiološke poklice? Če je odgovor DA, utemelji zakaj?

.....

5. Na podlagi katerega načela je po vašem mnenju narejen sistem živih bitij, predstavljen v vašem učbeniku zoologije / biologije? (obkrožite pravi odgovor)

- a) temeljijo na skupnih značilnostih (podobnosti)
- b) v skladu s Karlom Linneausom
- c) na podlagi filogeneze
- d) na podlagi paleontologije
- e) na podlagi evolucijskega razvoja
- f) drugo: .....

6. Ali lahko izrazite v strnjeni obliki najpomembnejše splošno spoznanje o zoologiji, ki ste ga pridobili do sedaj?

.....

7. Simbolizirajte svojo predstavo o evoluciji. (Narišite sliko/slike, ki ilustrirajo evolucijo.)

8. Ali menite, da ima današnji človek enako obliko in velikost, kakršne je imel v 14. stoletju? (obkrožite pravi odgovor)

- a) da, danes je enak kot v 14. stoletju
- b) ne, danes je nižji
- c) ne, danes je višji
- d) drugo: .....

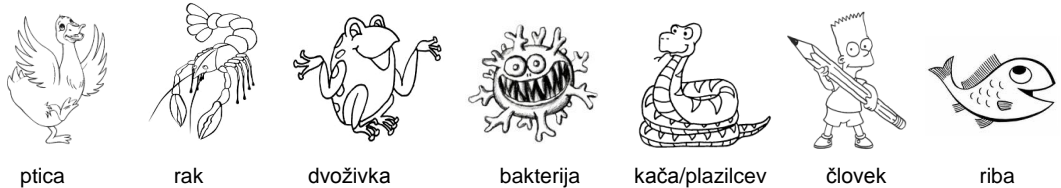
9. Kaj je vzrok za biotsko raznovrstnost (raznolikost žive narave)? (možnih je več pravih odgovorov)

- a) naravne razmere
- b) raznolikost v genotipih
- c) okolje
- d) Bog
- e) evolucija
- f) naravna selekcija
- g) raznolik razvoj (fizično-geografske razmere) – okoljski dejavniki?
- h) spremembe genetske informacije, mutacije
- i) vrtenje Zemlje okoli svoje osi
- j) prilagoditev populacije
- k) drugo: .....

10. Ali mislite, da je zoologija povezana s paleontologijo (= znanostjo o obstoju živali v preteklosti)?

- a) ne, nima nobene povezave s paleontologijo
- b) ja, obe iščeta podobnosti med izumrlimi in sodobnimi organizmi
- c) ja, obe iščeta skupnega prednika
- d) ja, vendar samo pri znanosti o razvoju človeka
- f) drugo: .....

11. Razvrstite organizme tako, kot menite, da so se postopoma pojavljali na zemlji.



12. Napiši s svojimi besedami čim bolj jedrnato opredelitev pojma "EVOLUCIJA".

13. Kaj misliš, da je najbolj pomembno za EVOLUCIJO? (možnih je več pravih odgovorov)

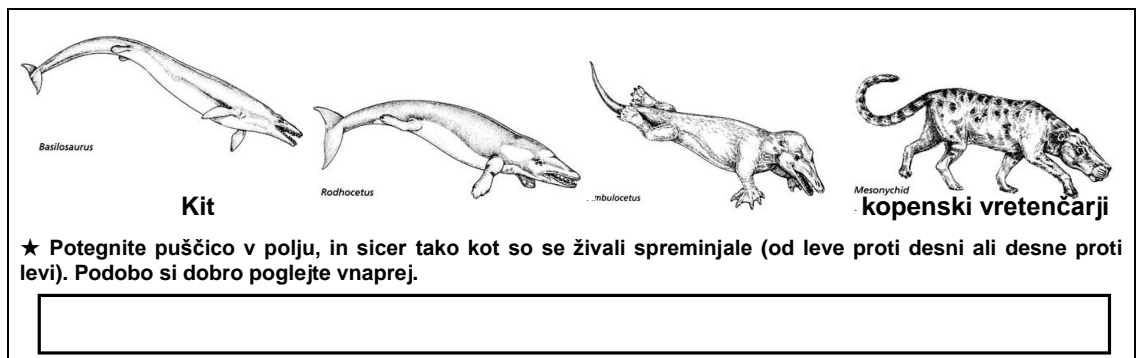
- a) metabolizem
- b) reprodukcija
- c) vzdražnost
- d) dihanje
- e) Sonce
- f) genska informacija
- g) gibanje
- h) celica
- i) dedovanje
- j) prilagajanje organizma na okolje
- k) rasti
- l) drugo: .....

14. Kaj je naravna selekcija in kakšna je njena vloga? (možnih je več pravih odgovorov)

- a) preživi najmočnejši individuum na podlagi telesnih moči, šibek posameznik umre
- b) preživi najzmogljivejši posameznik z najbolj ugodnim genotipom
- c) preživi posameznik z najvišjo sposobnostjo reprodukcije
- d) proces, ki izbere najugodnejšo genetsko informacijo v populaciji
- f) drugo: .....

15. Kaj mislite, da izraža spodnja slika v okvirju? Narišite puščico razvoja.

- a) prehod vretenčarjev iz vode na kopno
- b) prehod vretenčarjev iz kopnega nazaj v vodno okolje



Iskreno se Vam zahvaljujem za vaš čas in trud pri izpolnjevanju vprašalnika. Vaše odgovore in slike bom uporabila v svoji magistrski nalogi.

Hana Kuchová - Breburdová

# Příloha B

## Nová verze dotazníku

Výsledný evoluční dotazník v této práci pro budoucí výzkumy.

### Biologické dotazníkové šetření na gymnáziích

Tento dotazník je **anonymní**, tzn. jeho výsledky **neovlivní** vaše prospěchové hodnocení (nebudou hodnoceny vaším učitelem). Dotazník slouží pouze jako podklad pro moji diplomovou práci na Přírodovědecké fakultě UK a proto vás prosím, abyste své odpovědi formulovali co nejpravdivěji. U **většiny otázek může být víc správných odpovědí**. Odpovědi **zakroužkujte**. Nezapomeňte na **obrázek** na druhé straně. Za vaši práci vám moc děkuji.

**Hana Kuchová - Breburdová**, obor učitelství biologie a zeměpisu

- Maturujete z biologie:                    **ANO** x    **NE**    (správnou odpověď zakroužkujte)
- Pohlaví:                                        **ŽENA** x    **MUŽ** (správnou odpověď zakroužkujte)

**1. Co bylo dřív: a) Eukaryota nebo b) Prokaryota?** (správnou odpověď zakroužkujte)

**2. Jaké znáš nejstarší důkazy života (uved' příklad/y)?**

.....

**3. Nejstarší organismy na Zemi upřednostňovaly a) kyslíkatou, nebo b) bezkyslíkatou atmosféru?** (správnou odpověď zakroužkujte)

**4. Na základě jakého principu (tzn. podle čeho) byl vytvořen systém živočichů, který je uveden ve vaší učebnici zoologie?** (je správná pouze 1 odpověď)

- |  |                                 |
|--|---------------------------------|
| a) na základě společných znaků (příbuznosti) | d) na základě paleontologie     |
| b) podle C. Linného                          | e) na základě evolučního vývoje |
| c) na základě fylogeneze                     | f) nemám učebnici               |

**5. Namalujte obrázek nebo obrázky, který/é podle vás dokládají evoluci?** (Namalujte Váš poznatek, který dokládá evoluci = vaši představu evoluce, kterou můžete doplnit písemným komentářem).

**6. Myslíte si, že člověk je dnes velikostí stejný jako v době Karla IV.?** (je správná pouze 1 odpověď)

- a) ano, dnes je člověk stejný jako ve 14. století
- b) ne, dnes je člověk nižší
- c) ne, dnes je člověk vyšší

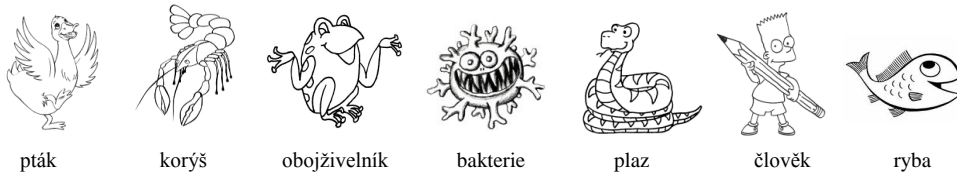
**7. Co je příčinou biodiverzity (rozmanitosti živé přírody)?** (je možné více odpovědí)

- |                            |   |
|----------------------------|---|
| a) přírodní podmínky       | g) odlišný vývoj (fyzicko-geografické překážky) |
| b) rozmanitost genotypu    | h) změny genetické informace, mutace            |
| c) různé životní prostředí | i) otáčení Země kolem své osy                   |
| d) Bůh                     | j) adaptace populace                            |
| e) evoluce                 | f) přírodní výběr                               |

**8. Má biologie nějakou souvislost s paleontologií (vědou o zvířatech existujících v minulosti)? (je možné více odpovědí)**

- a) ne, nemá žádnou souvislost mezi vyhynulými a recentními organismy
- d) ano, ale pouze ve vývoji člověka
- b) ano, hledají podobnosti mezi vyhynulými a recentními organismy
- c) ano, hledají společného předka

**9. Seřad'te organismy tak, jak si myslíte, že na Zemi vznikaly (můžete organismy kombinovat do stejných skupin).**



**10. Napište vlastními slovy co nejstručnější definici pojmu „evoluce“.**

.....

.....

**11. Co je podle vašeho názoru nejdůležitější pro EVOLUCI? (je možné více odpovědí)**

- a) metabolismus
- e) Slunce
- i) dědičnost
- b) rozmnožování
- f) genetická informace
- j) adaptace na prostředí
- c) dráždivost
- g) pohyb
- k) růst
- d) dýchání
- h) buňka
- l) přírodní výběr

**12. Co je to přirozený výběr? (je možné více odpovědí)**

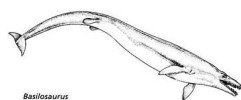
- a) přežije jedinec s nejvyšší schopností reprodukce
- b) přežije nejsilnější jedinec na základě fyzických sil, slabý jedinec umírá
- c) přežije nejschopnější jedinec nejvýhodnějšího genotypu
- d) vybraný jedinec s nejvýhodnější genetickou informací v populaci

**13. Co podle tvého názoru tento obrázek v rámečku vyjadřuje?**

**Zakroužkuj 1 správnou odpověď a nakresli šipku vývoje.**

a) přechod obratlovců z  
vodního prostředí na souš

b) přechod obratlovců ze souše  
zpět do vodního prostředí



mořský obratlovec (velryba)



Rodhocetus



Ambulocetus



Mesonychia

suchozemský obratlovec (prakopytník)

**zakresli šipku vývoje ( ← / → )**

.....

Tímto Vám chci poděkovat za váš čas a úsilí nad tímto dotazníkem. Vaše obrázky bych ráda zveřejnila ve své práci.

Na vaše dotazy ráda odpovím na [Hanka.K-B@centrum.cz](mailto:Hanka.K-B@centrum.cz). Děkuji Vám, Hana Kuchová - Breburdová.

## Příloha C

### Dotazník L. Müllerové

Dotazník je převzat z (Müllerová, 2012) uvádím jej ve zmenšené podobě z důvodu formátování stránek v této práci. V původní velikosti je ve formátu PDF na CD, které je součástí této práce.

## PŘÍLOHA 1: DOTAZNÍK<sup>1</sup>

VĚDOMOSTI: I. ČÁST – POZORNĚ SI PŘEČTI OTÁZKU A VYBER VŽDY JEDNU SPRÁVNOU ODPOVĚĚ.

1) Co znamená, že organismy jsou přizpůsobeny svému prostředí?

- a) Podle toho, jak organismy vypadají, tak si v průběhu evoluce hledají prostředí, aby v něm mohly dobře žít. Např. lední medvěd má bílé zbarvení srsti a huňatý kožich, tak vyhledává prostředí, kde je sníh, a proto žije v severní polární oblasti (obrázek 1).



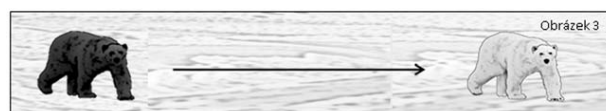
Obr. 1

- b) Podle toho, kde organismy žijí, tak se na jejich těle v průběhu evoluce udržují takové znaky, které jim poskytují lepší životní podmínky v daném prostředí. Např. v severní polární oblasti je sníh, proto medvědi, kteří zde žijí mají bílé zbarvení srsti (obrázek 2).



Obr. 2

- c) Organismy záměrně používají evoluci jako schopnost se měnit a přizpůsobit se danému prostředí tak, aby se jim tam lépe žilo. Např. lední medvěd žijící v severní polární oblasti svoji srst schválně přizpůsobil na bílé zbarvení, protože je zde sníh (obrázek 3).



Obr. 3

2) Co je to evoluce organismů?

- a) Postupný vývoj Země na prvohory, druhohory, třetihory, čtvrtohory.  
b) **Organismus se proti původnímu mění – vyvíjí.**  
c) Přímé stvoření jednotlivých druhů.  
d) Schopnost organismů měnit svoje zbarvení v případě ohrožení.

<sup>1</sup>Správné odpovědi vědomostní části dotazníku jsou znázorněny tučně a kurzívou.

3) Co to znamená, že se organismy v průběhu evoluce postupně vyvíjejí?

a) Že mládě se mění na dospělé.



Obr. 4

b) Že mláďata vypadají jinak, než jejich rodiče, protože mají znaky obou rodičů.



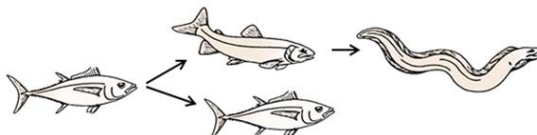
Obr. 5

c) Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj vždycky bude jiný druh organismu.



Obr. 6

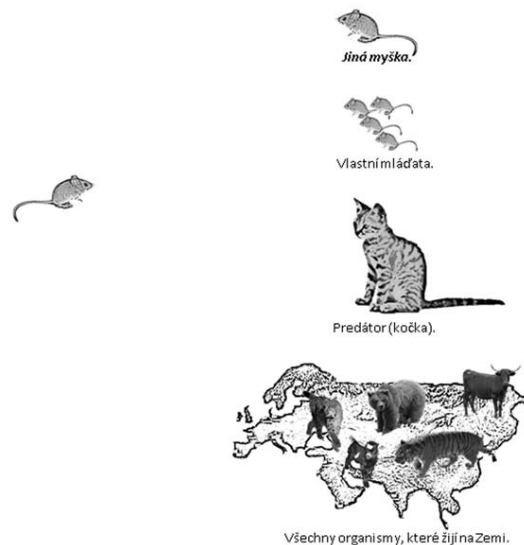
d) *Že každý organismus se mění a za několik milionů let z něj může, ale i nemusí být jiný druh organismu.*



Obr. 7



- 4) V evoluci je důležitá soutěž (konkurence) mezi organismy. Rozhodni a podle obrázků přiřaď k myšce, kdo je z hlediska evoluce jejím největším konkurentem?



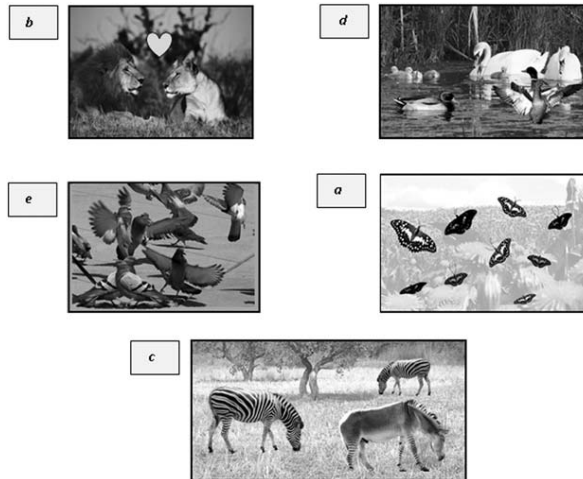
Obr. 8

- 5) Při které z uvedených situací může v průběhu evoluce nejpravděpodobněji vzniknout úplně nový druh organismu?
- V případě, že se skupina organismů vyskytuje stále na stejném místě a vzájemně se pravidelně rozmnožují.
  - V případě, že se jeden druh organismu začne rozmnožovat s organismy jiného druhu.
  - V případě, že organismy během svého života začnou více používat určitou část těla a podle toho se v průběhu evoluce začnou měnit.
  - Pokud se skupina zvířat náhodně rozdělí na dvě menší skupiny, například kvůli široké řece, a už se spolu tyto dvě skupiny nemohou vzájemně potkávat a rozmnožovat se.**
  - Nový druh nemůže v průběhu evoluce nikdy vzniknout.

II. ČÁST – POZORNĚ SI PŘEČTI ÚKOLY A VYPRACUJ JE!

1) Přiřaď vždy jedno písmenko uvedených pojmů k jednotlivým obrázkům.

- a) Variabilita (rozmanitost).
- b) Pohlavní výběr.
- c) Mutace.
- d) Mezidruhová konkurence (kompetice).
- e) Vnitrodruhová konkurence (kompetice).



Obr. 9

2) Označ všechny možné skutečnosti, které souvisejí s přírodním výběrem.

- a) *Variabilita (rozmanitost).*
- b) *Pohlavní výběr.*
- c) *Mutace.*
- d) *Mezidruhová konkurence (kompetice).*
- e) *Vnitrodruhová konkurence (kompetice).*

3) Darwinismus je věda zabývající se evolucí. Uveď, která všechna z uvedených tvrzení o darwinismu jsou pravdivá a která nepravdivá.

- a) Hlavní příčinou evoluce je přírodní výběr. *ANO - NE*
- b) Hlavní příčinou evoluce jsou náhodné události. *ANO - NE*
- c) Darwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. Darwina. *ANO - NE*
- d) Největší důraz v evoluci je kladen na jedince a jeho potomstvo. *ANO - NE*
- e) Největší důraz v evoluci je kladen na jednotlivé geny v populaci organismů. *ANO - NE*

Obr. 10

4) Neodarwinismus (neboli evoluční syntéza) je věda zabývající se evolucí. Uveď, která všechna z uvedených tvrzení o neodarwinismu jsou pravdivá a která nepravdivá.

- a) Neodarwinismus vychází z hlavních zásad uvedených v díle Ch. Darwina. *ANO - NE*
- b) Největší důraz v evoluci je kladen na jedince a jeho potomstvo. *ANO - NE*
- c) Největší důraz v evoluci je kladen na jednotlivé geny v populaci organismů. *ANO - NE*

Obr. 11

OSOBNÍ NÁZORY: VYBER JEDNU ODPOVĚĎ, KTERÁ JE NEJBLIŽŠÍ TVÉMU NÁZORU!

**1) Jaký je tvůj osobní názor na vznik života?**

- a) Vznikl evolucí.
- b) Byl zavléčen mimozemskou civilizací.
- c) Byl stvořen Bohem.
- d) Mám jiný názor. Uveď .....
- e) Nezajímám se o to.

**2) Jaký je tvůj osobní názor na vznik člověka?**

- a) Vznikl evolucí.
- b) Byl zavléčen mimozemskou civilizací.
- c) Byl stvořen Bohem.
- d) Mám jiný názor. Uveď .....
- e) Nezajímám se o to.

**3) Myslíš si, že se druhy organismů mohou postupně přeměňovat v jiný druh?**

- a) Ano.
- b) Ne.
- c) Nevím.

**4) Jakého jsi vyznání? (Odpověď je dobrovolná)**

- a) Bez vyznání.
- b) Křesťan.
- c) Muslim.
- d) Žid.
- e) Buddha.
- f) Jiné. Uveď .....

**5) Máš nějaké otázky a nejasnosti ohledně evoluce?**

- a) Proč ještě pořád existují opice a lidoopi a nevyvíjí se z nich lidé?
- b) Proč nemůžeme najít chybějící mezičlánky?
- c) Vyvíjejí se lidé stále?
- d) Jak mohly postupně vzniknout složité části těla?
- e) Mohu věřit evoluci i v Boha?
- f) Mám jinou otázku. Uveď .....
- g) Nemám žádné nejasnosti a otázky.

# Příloha D

## Dotazník P. A. Fuersta

Dotazníky převzatý z (Fuerst, 1984) uvádím přeložený a ve zmenšené podobě z důvodu formátování stránek v této práci. Dotazníky v původní velikosti jsou ve formátu PDF na CD, které je součástí této práce.

1. Věříte v Darwinovu teorii evoluce?
  - (a) ano
  - (b) ne

*(Studenti, kteří neodpověděli, nebo odpověděli na obě možnosti, jsou klasifikováni jako „nejistí“.)*
2. Pokud se Darwinova evoluční teorie vyučuje ve veřejných školách, měly by se ostatní pohledy (včetně božského původu života přes speciální stvoření) učit také?
  - (a) ano
  - (b) ne
3. Myslíte si, že vědci mají pravdu ve svém tvrzení, že když kreacionismu věnují stejnou dobu výuky, umožní proniknutí náboženství do veřejných škol?
  - (a) ano
  - (b) ne
4. Pokud si myslíte, že darwinismus a kreacionismus jsou obě platné teorie, jaký je nejlepší způsob je vyučovat?
  - (a) požadovat, aby se všichni studenti účastnili kurzů biologie a náboženství
  - (b) vyučovat kreacionismus doma
  - (c) změnit učebnice nebo školní osnovy a prezentovat obě teorie
  - (d) další
5. Učili jste se o vývoji na vaší střední škole v biologii?
  - (a) ano
  - (b) ne

6. Která z následujících možností se nejlépe shoduje s Vaším dojmem z moderní teorie evoluce?
- (a) fráze „přežití nejschopnějších“
  - (b) evoluce nastala proto, že různé organismy zanechaly různý počet potomků
  - (c) člověk se vyvinul buď z gorily, nebo šimpanze v Africe
  - (d) vývoj usiluje o „vyšší“ formy (tj. pokrok od mikrobů k člověku)
  - (e) k evoluci došlo proto, že silní jedinci nakonec eliminovali slabé.
7. Myslíte si, že moderní evoluční teorie má platný vědecký základ?
- (a) ano, protože je možné testovat mnoho „předpovědí“ evoluční vědy
  - (b) ano, i když nikdy nemůžeme testovat „předpovědi“ o událostech v minulosti
  - (c) ne, protože si nikdy nemůžeme být jistí minulostí
  - (d) ne, protože evoluční věda je v zásadě založena na spekulacích, a nikoliv na „tvrdých“ vědeckých faktech
  - (e) ne (z jiných důvodů)
8. Je to váš dojem, že většina vědců nyní věří, že moderní evoluční teorie není platná vědecká teorie?
- (a) ano
  - (b) ne
9. Myslíte si, že výuka pojmů, které se opírají o čistě naturalistické vysvětlení světa, které se používají v moderní evoluční teorii, by mohla nakonec vést k „úpadku“ americké společnosti?
- (a) ano
  - (b) ne

# Příloha E

## Dotazník u příležitosti Darwinova dne

Dotazník převzatý z (Crivellaro – Sperduti, 2014) uvádím v této práci přeložený a v lehce pozměněném formátu v tabulce E.1. Všechny otázky sdílely stejné zadání – dotazovaní měli označit výroky, se kterými souhlasí (v tabulce je pro srovnání uvedena i správná odpověď z hlediska současného stavu poznání).

Chybný údaj u otázky A1 (součet procent je větší než 100) ponechávám v nezměněné podobě vůči původnímu zdroji (Crivellaro – Sperduti, 2014).

Tabulka E.1: Evoluční výzkum během Darwinova dne (Crivellaro – Sperduti, 2014)

Otázka	Správná odpověď	Odpovědi (v %)		
		Ano	Ne	Nevím
A1 Všechny živé druhy jsou výsledkem evolučních procesů	ano	93,5	8	1,6
A2 Vývoj vede k pokroku.	ne	59,7	28,2	12,1
A3 Evoluce je postupná transformace jednotlivých jedinců.	ne	59,7	29,8	10,5
A4 Evoluce stále probíhá.	ano	100	–	–
A5 Lidé a šimpanzi sdílejí společného předka.	ano	85,5	8,9	5,6
A6 Lidé jsou konečné a nejlepší výsledky evoluce.	ne	76,6	10,5	12,9
A7 Přirozený výběr zahrnuje organismy usilující o přizpůsobení (adaptaci).	ne	46,8	48,4	4,8
A8 Nejnovější vědecké objevy popírají evoluci.	ne	79	12,1	8,9

## Příloha F

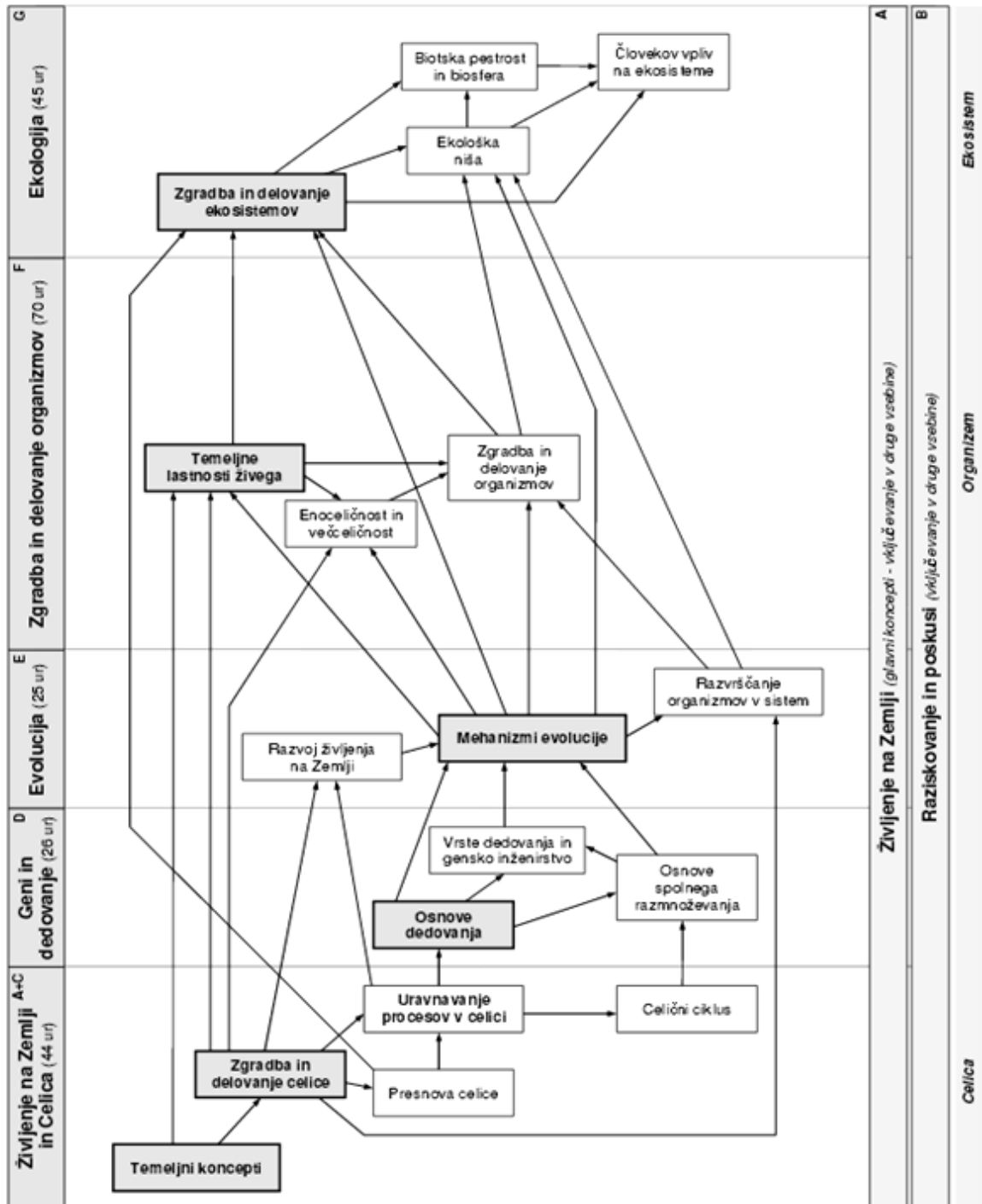
# Slovinské osnovy se zaměřením na evoluci

Vzdělávací osnovy ve Slovinsku jsou regulována Ministerstvem školství a tělovýchovy (2008). Evoluce přesto tvoří značnou část vzdělávacích osnov a je téměř ve středu veškerého biologického vzdělávání, což potvrzuje obrázek F.1.

Vzdělávání v evolučním kontextu, se ve Slovinsku rozděluje do dvou vzdělávacích částí: Život na Zemi a Evoluce. Očekávané výstupy z kapitol jsou následující:



Obrázek F.1: Schéma slovinských vzdělávacích osnov



## F.1 Život na Zemi (A1 1 – 10)

Vznik života na Zemi a uvedení základních pojmů z oblasti biologie. Život je nejsložitější forma (úroveň). Složitost života určuje především velký počet úrovní organizace a interakce mezi těmito úrovněmi. Veškerý život na Zemi má svůj vlastní podíl, společné charakteristiky jako výsledek společného evolučního původu. Evoluce přirozeným výběrem je proces, který odděluje živou a neživou přírodu.

1. Student poznává a chápe základní charakteristiky života (základní pojmy z biologie):
  - Základní jednotka všeho života: ve všech živých organismech existuje zásadní podobnost ve struktuře a funkci, která navrhuje společný původ a příbuznost veškerého života na Zemi.
  - Extrémní rozmanitost živých systémů: i přes zásadní podobnosti jsou živé systémy velmi různorodé. Rozmanitost umožňuje, že každá část živého systému má specifickou úlohu, která přispívá k fungování celku.
  - Dynamika živých systémů: všechny živé systémy jsou dynamické a neustále se mění.
  - Vzájemná závislost živých systémů: živé systémy jsou vzájemně propojeny a vzájemně závislé.
  - Účinnost živých systémů v důsledku prostorového uspořádání (struktura): struktura tohoto vysokého stupně prostorového uspořádání živých systémů, s výjimečnou účinností, je výrazně vyšší, než součet efektivního provozu jednotlivých podjednotek stavebního systému.
  - Evoluce přirozeným výběrem: výše uvedené vlastnosti živých systémů, v důsledku několik miliard let, působí dlouhá biologická evoluce.
  - Člověk je součástí ekosystému a na jejich provozu zcela závisí.
2. Student vysvětlí fungování biologických systémů, má brát v úvahu vztahy mezi strukturou, funkcí, vývojem a environmentálními faktory.
3. Student chápe, že život, nebo biologické procesy, umožňují nezbytné základní podmínky: propustná membrána buněčných materiálů a energie, změny dědičných materiálů, preventivní mechanismy proti nežádoucím účinkům nebo reakcím.
4. Student zná, že živé systémy jsou otevřené, dynamické, spojené s jinými systémy.

5. Student chápe propojenost života na všech organizačních úrovních ( od buňky k biosféře) a seznam relevantních případů.
6. Student má uznávat, že biologie je věda, která studuje vývoj, strukturu a funkci živých systémy a jejich interakce mezi s sebou.
7. Student zná informace o různých oblastech biologie.
8. Student má znát dopady vývoje moderní biologie s každodenním životem, v hospodářství a ve společnosti.
9. Student zná jednotlivé etapy vývoje biologických věd na úrovni popisu procesů prostřednictvím vyjasnění moderních biologických systémů, které jsou předmětem studia živých systémů (buněčných organismů, ekosystémů a biosféry) a klíčové informace spojené s mezníky v dějinách biologie
10. Student zná vývoj biologických věd ve Slovinsku a významné slovinské vědce biologie.

## **F.2 Evoluce 1 (E1 1 – 6)**

Slunce, Země a další části Sluneční soustavy vznikly před 4,6 miliardami let, život na Zemi vznikl již před více než 3,5 miliardami let. Velká rozmanitost organismů je výsledkem evoluce, která má zaplnit všechny dostupné ekologické niky s různými formami života. V důsledku interakce mezi geosférou a biosférou (organismy) je vývoj Země jako systém, jehož vývoj stále pokračuje.

1. Student ví, že živé systémy se vyvíjejí a mění (buňka, organismus, ekosystém, biosféra), a chápe, že evoluce přirozeným výběrem, je jedním ze základních vlastností života.
2. Student zná další informace o různých hypotézách týkající se původu vzniku života na Zemi, a porovnává je mezi sebou (chápe možné procesy v chemické a biologické evoluci a spojuje je s měnící se situací na Zemi se závěrem o možné existenci forem života ve Vesmíru).
3. Student zná živé struktury včetně funkcí (buněčné membrány, cytoplazmě nukleových kyselin, ATP, chemické procesy, rozvoj) spojených se společným evolučním původem.

4. Student chápe, že první byly heterotrofní organismy a chápe význam rozvoje procesu fotosyntézy, dopad autotrofního způsobu života na složení atmosféry a její role v dnešní biosféře.
5. Student chápe endosymbiotickou teorii a dozvídá se o hypotézách o původu a vývoji mnohobuněčných organismů.
6. Student chápe faktory, které usnadňují přechod živých tvorů na zem.

### F.3 Evoluce 2 (E2 1 – 18)

Evoluce je výsledkem (1) potenciálu druhů, které mají zvýšit hojnost exemplářů; (2) genetické variability potomků v důsledku mutací a rekombinací genů, (3), konečná dostupnost přírodních zdrojů potřebných pro přežití, (4) výběrových mechanismů životního prostředí, které umožňují přežití a úspěch reprodukce organismů v současné situaci v čase.

1. Student chápe, že evoluční proces, přizpůsobený typům prostředí, může změnit strukturu, fyziologii a chování organismů, což může zvýšit jejich přežití a reprodukční úspěch v daném prostředí.
2. Student si uvědomuje, že v důsledku mutací, získají některé organismy vlastnosti, které jim a jejich potomkům umožní přežití a rozmnožování v daném prostředí, a to na základě přirozeného výběru v populacích, které jsou lépe přizpůsobené konkrétnímu prostředí.
3. Student chápe, že přírodní výběr působí na fenotyp a nikoli na genotypu organismu.
4. Student chápe, že mutace jsou náhodné, přirozený výběr je orientován ve vztahu k současné situaci v životním prostředí.
5. Student chápe, že genotyp udržuje kontakty s genofondem populace, a uvědomuje si, že nové mutace neustále genofond mění.
6. Student chápe, že alely, které jsou letálním homozygotním vzorkem mohou být přenášeny v heterozygotovi, a tím zachovávají genetické linie.
7. Student chápe, že mutace, migrace, selekce a výběr páření utváří vliv tlaku na změnu genofondu populace.
8. Student definuje definice a problémy s konkrétním typem.

9. Student chápe proces vzniku druhů (speciaci) a důležitost reprodukční izolace.
10. Student chápe, že populace s nízkou genetickou variabilitou, jsou náchylnější k vyhynutí druhů, zanikají při změně prostředí a adaptivní vlastnosti druhů neumožňují přežití v novém prostředí.
11. Student chápe vývoj změn a roli přirozeného výběru; komplexní struktury a procesy jsou vyvíjeny a postupně mění strukturu a funkci stávajících prvků; evoluce přirozeným výběrem nedává vznik úplným organismům, ale organismům, které jsou dobře přizpůsobeny současnému prostředí.
12. Student chápe vývoj případů na základě rozdílu mezi konvergencí a divergencí nebo mezi analogií a homologií, a spojitost s prostředím, v němž se organismy vyvíjejí.
13. Student zná případy anatomických, embryologických, biogeografických, molekulárně biologických a biochemických důkazů o evoluci.
14. Chápe význam fosílií jako důkazů pro evoluční vývoj živých systémů (organismy, ekosystémy) v dlouhém časovém období.
15. Chápe, že všechny dnešní živé organismy se vyvinuly ze společného předka.
16. Student se dozvídá o podobnosti a rozdílu mezi přirozeným a umělým výběrem.
17. Student získává další informace o vývoji rezistence jako příklad rychlého vývoje (např. bakterie, hmyz).
18. Dovídá se o milnících ve vývoji lidského druhu (*Australopithecus afarensis*, *Homo erectus*, *Homo sapiens*, šíření z Afriky).

## F.4 Evoluce 3 (E2 1 – 11)

Biologická klasifikace organismů založeného do systému je konstruována na podobnosti mezi organismy. Organismy jsou zařazeny hierarchicky do uspořádaných skupin a podskupin založených na podobnostech, které odrážejí jejich evoluční historii.

1. Student chápe, že skupiny organismů jsou zařazeny do systémů s hierarchickou strukturou, která odráží jejich evoluční historii.
2. Student uznává, že v klasifikaci organismů je v systému základní typ jednotka.

3. Student chápe usnadnění popisu (a studium vědy) v oblasti biologické rozmanitosti v názvech (dvoudílné pojmenování).
4. Student chápe význam a úlohu systematiky a změn základní systematické kategorie.
5. Student si uvědomuje, že na základě srovnávací anatomie, embryologie a porovnávání sekvencí v DNA a proteinech je podobnost mezi skupinami organismů.
6. Student se učí využívat některých z metod a kritérií pro klasifikaci organismů systémů a určení druhů organismů.
7. Student se dovídá o širších taxonech organismů a podobnostech mezi nimi (archea, eubakterie a eukaryota).
8. Student zná široké skupiny eukaryot v následujících skupinách: prvoků; hub; řas; rostlin (mechy, kapradiny, semenné rostliny – nahosemenné, krytosemenných rostliny; zvířat (houby, žahavci, ploché červy, škrkavky, měkkýše, kroužkovce, členovce – korýše, pavoukovce, hmyz, mnohonožky, . . . ; ostnokožce a skupiny obratlovců).
9. Student chápe rozdíl mezi progresivním a regresivním vývojem, a vybere příslušné příklady ze systému živých bytostí.
10. Student chápe, že milióny různých druhů (dnešních žijících organismů) jsou navzájemně příbuzné kvůli svému evolučnímu původu: vzniku ze společných předků; evoluční historie; vybrané příklady ze systematiky.

## Příloha G

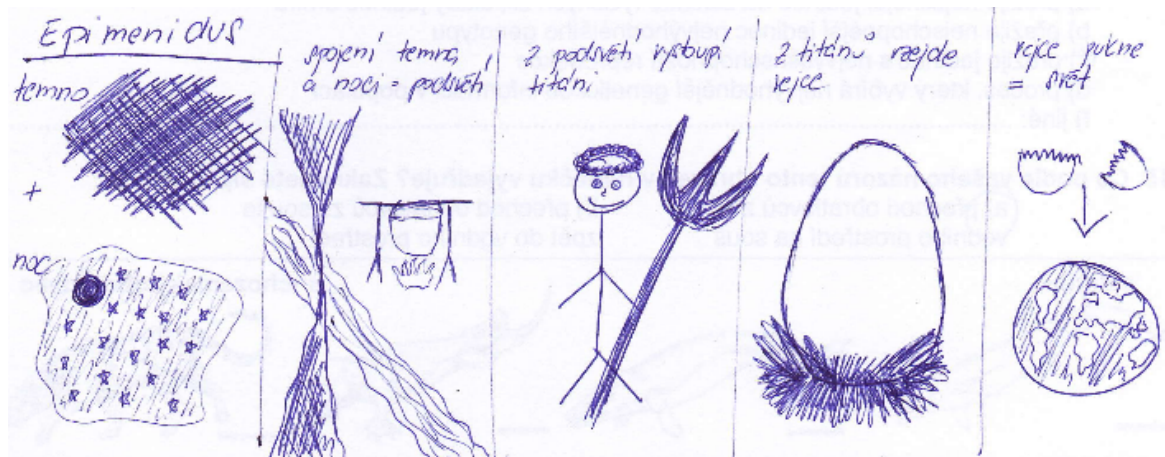
# Studentské obrázky dokládající evoluci (otázka č. 7)

Souhrn vybraných obrázků z otázky č. 7, které podle studentů dokládají evoluci.

### G.1 Česká republika

#### G.1.1 Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2011/12)



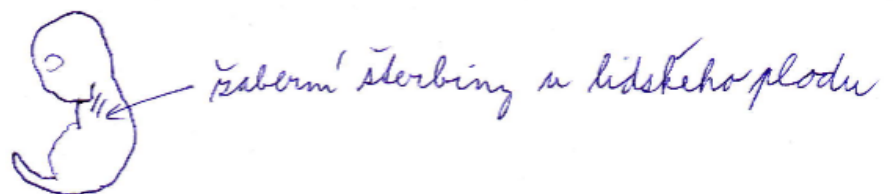
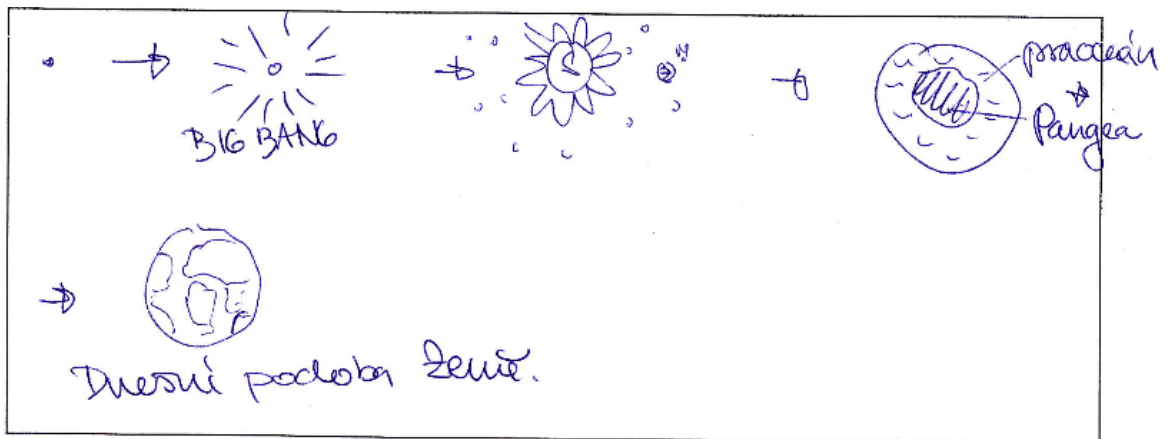
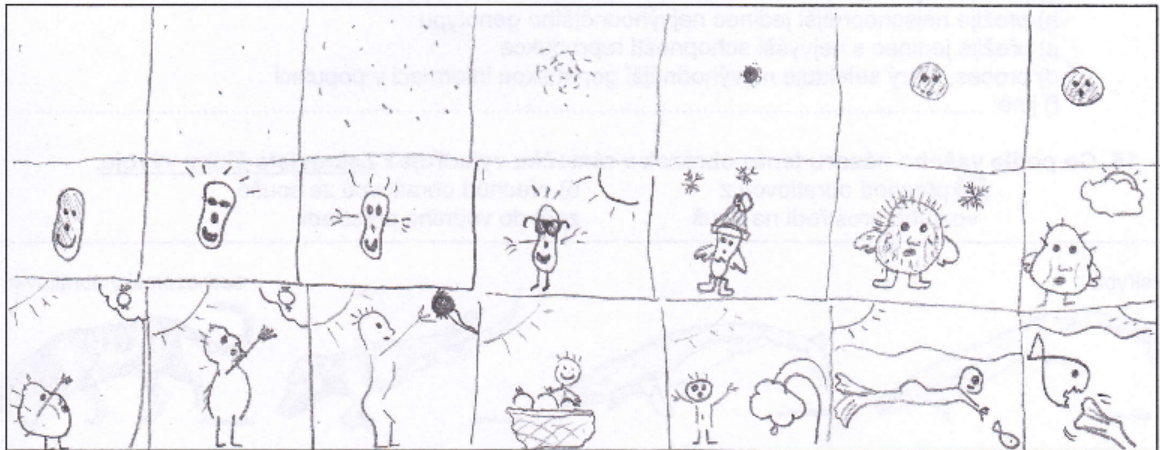


G.1.2 Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2012/13)





G.1.3 Gymnázium Botičská (2011/12)



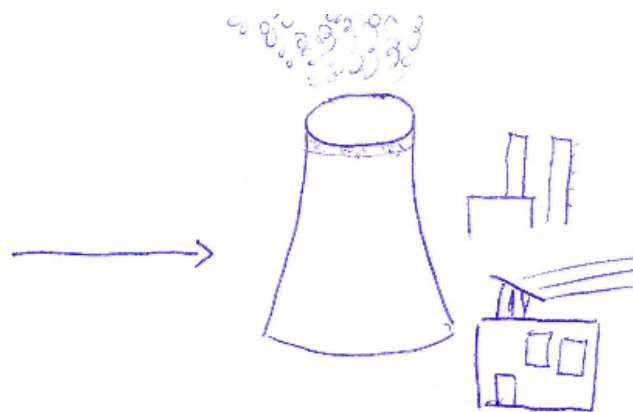
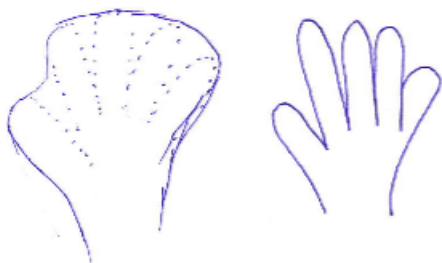
### G.1.4 Gymnázium Botičská (2012/13)

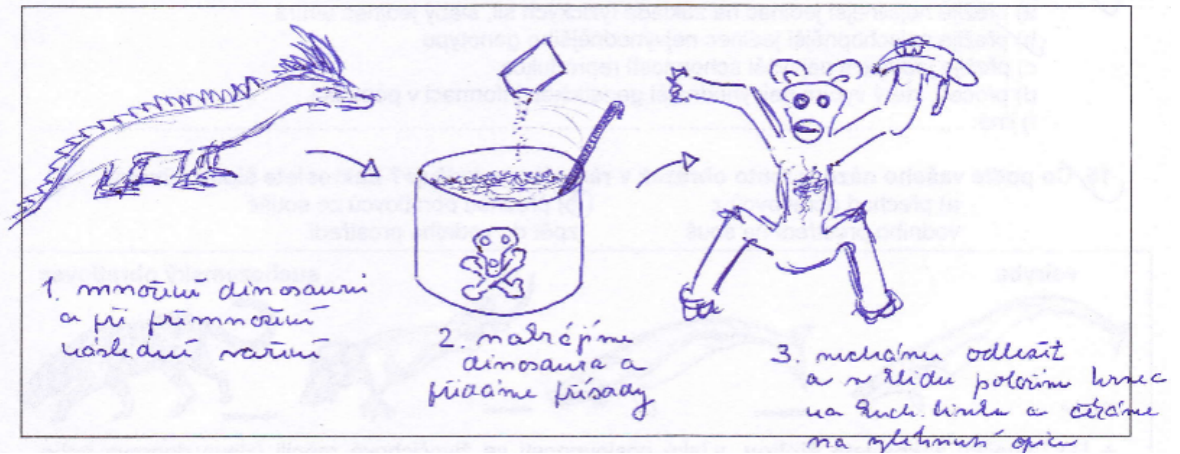
evoluce v rámci buňky:



spojování a vytrávení  
složitějších a ménějších organismů

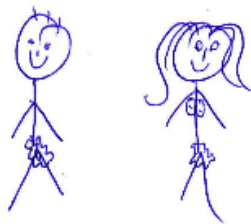
### G.1.5 Biskupské gymnázium v Praze (2011/12)





### G.1.6 Biskupské gymnázium v Praze (2012/13)

Tato otázka na Arcibiskupském gymnáziu?!



### G.1.7 Gymnázium Litoměřická (2012/13)

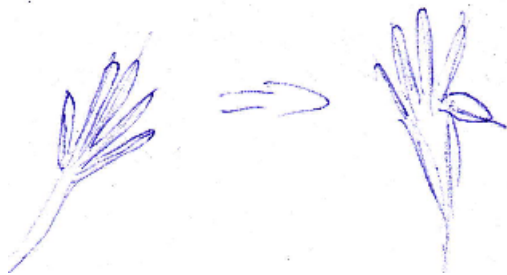


### G.1.8 Gymnázium Čakovice (2012/13)



### G.1.9 Gymnázium Radotín (2012/13)

evoluce se dá chápat různými způsoby, jeden z nich je vývoj jednotlivých částí těla. Např. primátům kladem se otočil palec a ptákům nákytn

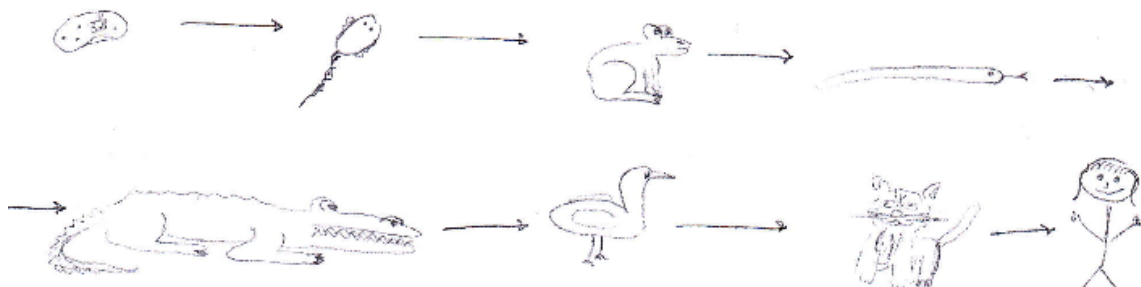
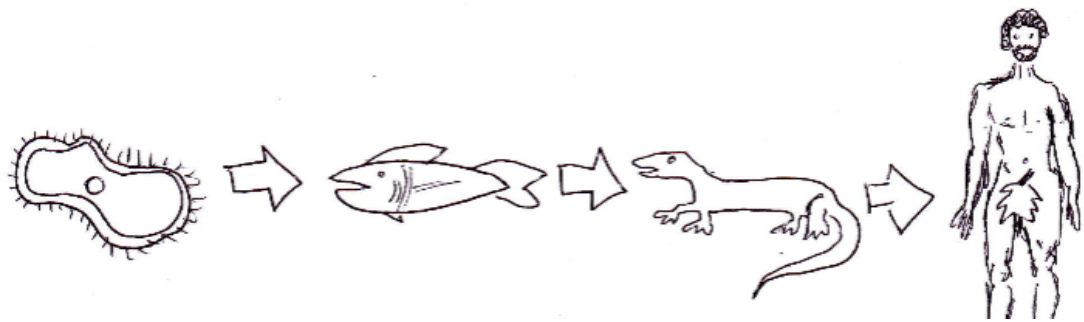
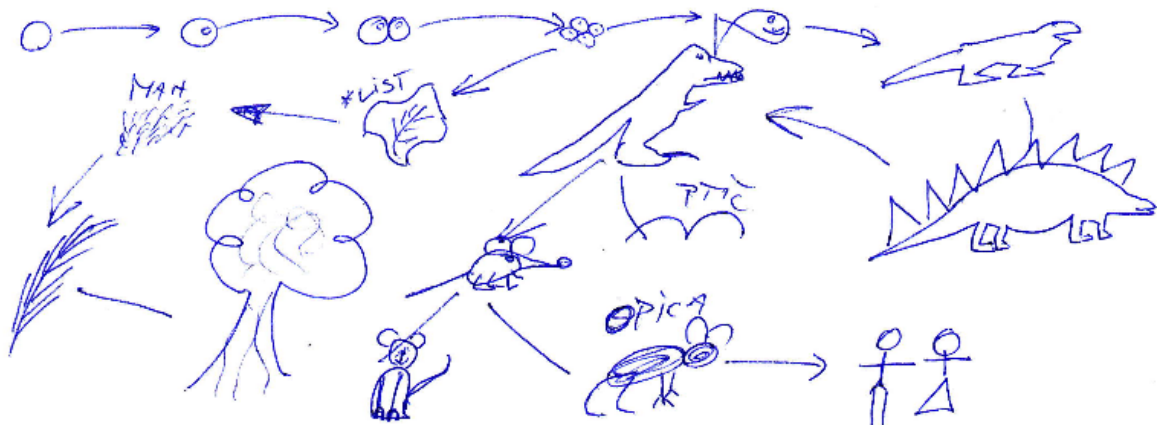


## G.2 Slovinsko

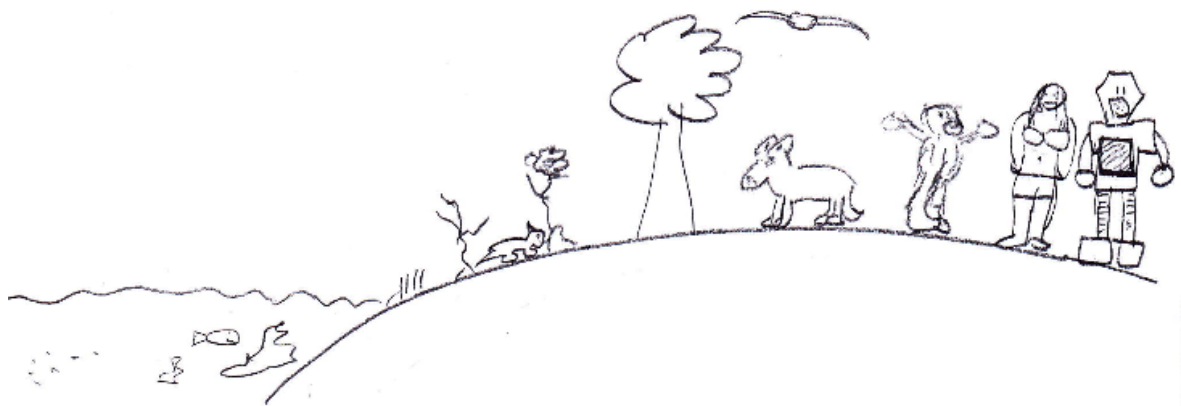
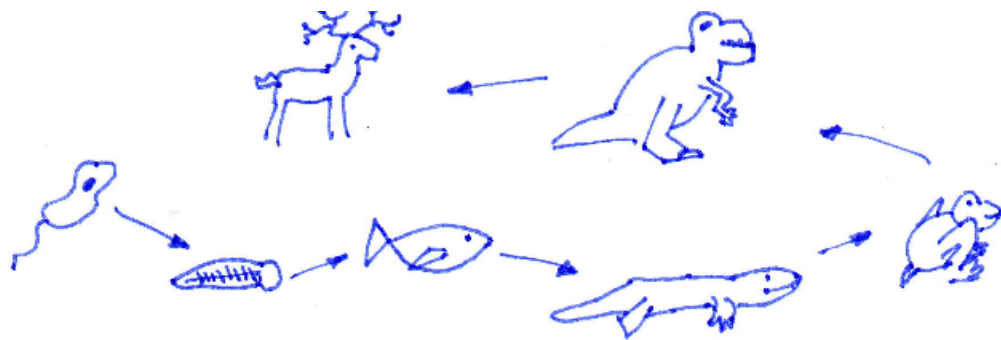
### G.2.1 Gymnázium Ledina (2012/13)

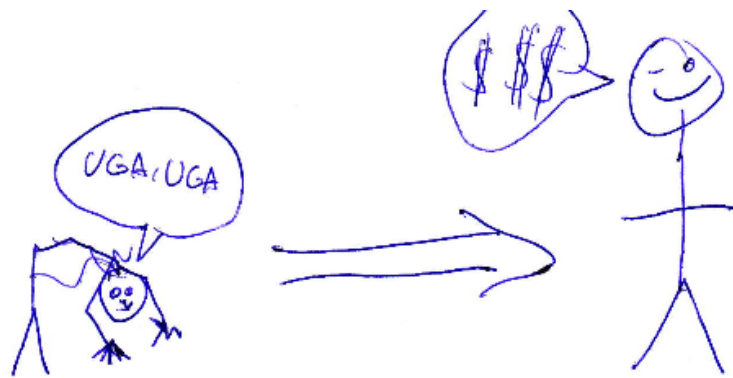
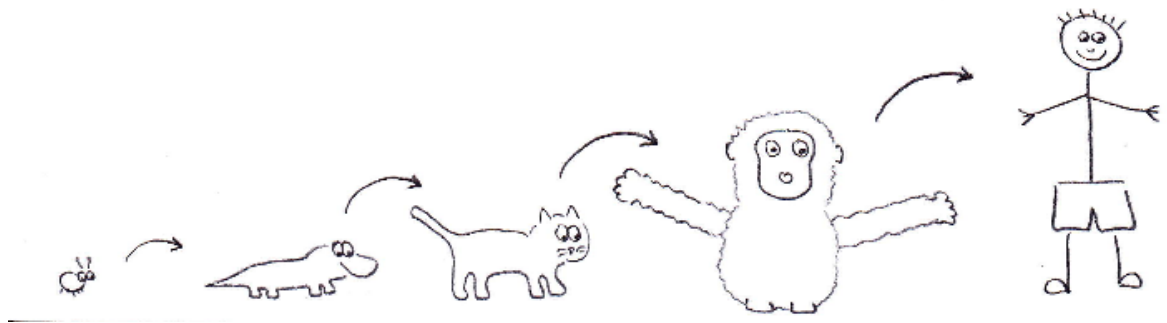


G.2.2 Gymnázium Poljane (2012/13)



G.2.3 Gymnázium Bežigrad (2012/13)

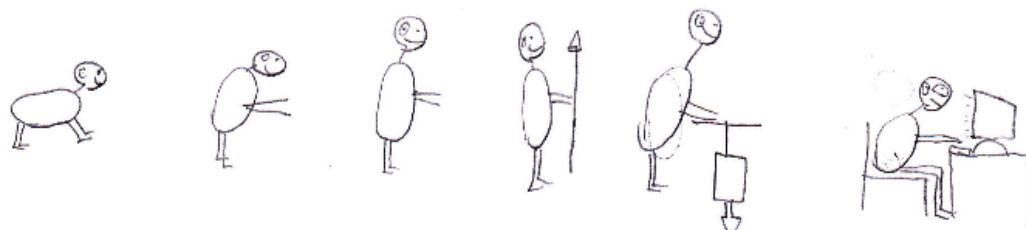




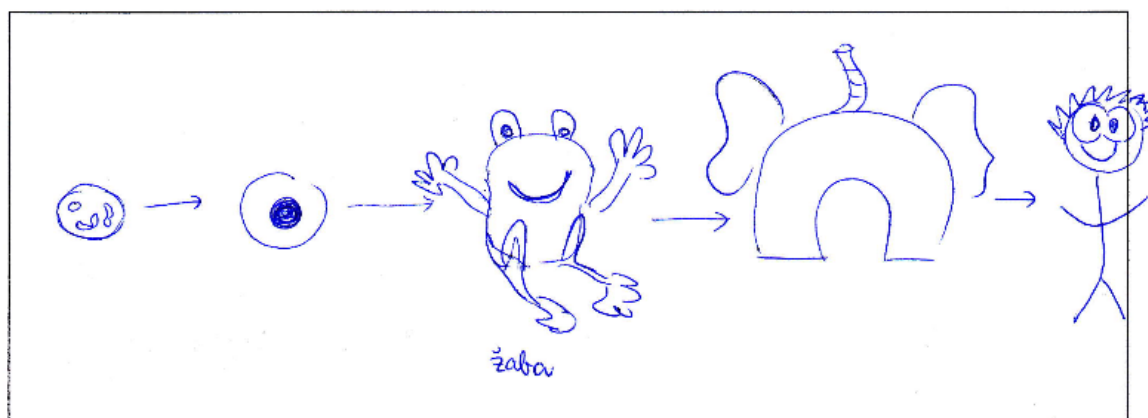
HOMERSAPIEN



## G.2.4 Pedagogické gymnázium v Lublani (2012/13)



## G.2.5 Gymnázium Vič (2012/13)





# Příloha H

## Studentské definice evoluce (otázka č. 12)

Souhrn studentských definic evoluce z otázky č. 12.

### H.1 Česká republika

#### H.1.1 Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2011/12)

- dlouhodobý postupný proces vývoje od jednodušších forem života ke složitějším
- evoluce je postupný vývoj organismů
- evoluce je vývoj organismů přes mutace a přírodní výběr – přizpůsobení přírodním podmínkám
- evoluce = postupný a dlouhý vývoj
- krok populace dopředu
- nevím
- postupný dlouhodobý vývoj
- postupný přirozený vývoj organismů
- postupný výběr druhů přirozeným výběrem
- postupný vývoj
- postupný vývoj od jednoduchého ke složitějšímu
- postupný vývoj od nejzákladnějších organismů po nejsložitější
- postupný vývoj organismů
- postupný vývoj organismů podle zákonitostí přírody
- postupný vývojových organismů na Zemi
- postupný vývoj život na zemi
- postupný a dlouhý vývoj

- přírodní výběr, na jehož základě se právě nejlépe a nejlepší
- přizpůsobení se okolí, přírodní výběr přežije jen ten, kdo se přizpůsobí
- teorie o vývoji života na zemi, nic není náhoda, vše má svůj vývoj, organismy i se vyvíjí kvůli přežití
- věda o dlouhodobém vývoji života na Zemi
- vývoj
- vývoj a zdokonalování organismů
- vývoj člověka a zvířat a přizpůsobení se okolí
- vývoj druhu
- vývoj druhů přirozeným výběrem → postupný
- vývoj jedinců od nejjednodušších forem ke složitějším formám
- vývoj jedinců od nejjednodušších po nejsložitější organismy
- vývoj organismů s ohledem na geologické éry a antropologické vlivy
- vývoj života od počátku do současnosti
- vývoj života od první živé buňky až po člověka dnešní doby
- vznik života na zemi
- vznik života na zemi, postupný vývoj organismů a přirozený výběr

### **H.1.2 Gymnázium U Libeňského zámku 1 (2012/13)**

- evoluce je fylogenetický vývoj organismů od nejjednodušších forem po ty nejsložitější, jak se postupně vyvíjely na Zemi
- evoluce je proces vývoje, nemusí se vztahovat pouze na biologii v obecné rovině
- Neustálý a nezvratný děj, při jehož průběhu se rozvíjí a zdokonalují pozemský život
- postupný pomalý vývoj veškerých živočišných druhů na Zemi
- postupný vývoj
- postupný vývoj organismů
- postupný vývoj organismů na Zemi zdokonalování organismů a vysvětlení příčiny vzniku dravých organismů
- postupný vývoj organismu v nové druhy
- postupný vývoj živých organismů na Zemi
- postupný vývoj živých organismů v závislosti na dědičnosti a prostředí
- proces, ve kterém se samovolně vyvíjí život
- přirozený vývoj organismu během přírodního výběru
- přizpůsobení organismu
- schopnost organismu vytvářet se v průběhu času do složitějších forem
- vývoj

- vývoj a přeměna při vývoji
- vývoj a přizpůsobení se organismů podle vlastností vnějšího prostředí
- vývoj a zdokonalení, přizpůsobení změně a s tím související změny druhu
- vývoj člověka, přechod z vodního prostředí na souš a narovnávání (člověk)
- vývoj druhu na základě přírodního výběru
- vývoj jedince určitého druhu
- vývoj jednotlivého druhu na základě vnějších podmínek
- vývoj nového organismu
- vývoj organismů
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismů od nejjednodušší po nejsložitější
- vývoj spočívající v postupném přizpůsobování a změnách organismu
- vývoj v nejsilnější, přizpůsobení druhu přírodním podmínkám
- vývoj, vývin jedinců a posilování určitých znaků a pravidlo nejsilnějšího
- vývoj živého organismu
- vývoj živočichů
- vývoj živočichů / rostlinných druhů
- vývoj živočichů / rostlinných druhů od vzniku Země
- vývoj života na Zemi
- vývoj života na Zemi, přírodní výběr, dědičnost a mutace
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů na Zemi
- vznik a vývoj člověka
- změny tvaru a uzpůsobení živočichů v závislosti na prostředí

### **H.1.3 Gymnázium Botičská (2011/12)**

- dlouhodobý vývoj druhů
- dlouhý samovolný proces
- dlouhý vývoj organismů
- evoluce je proces, při kterém se jednodušší formy života díky genovým mutacím a přirozenému výběru vyvíjejí na vyšší formy života
- evoluce je přirozený vývoj (vnější změny i mutace) jednotlivých organismů
- evoluce je teorie, která říká, jak co mohlo vzniknout a z čeho se co vyvinulo
- evoluce je vývoj druhu, který je ovlivněn přírodními podmínkami a adaptací populace
- evoluce označuje změnu nebo vznik druhu
- genetické změny v zákonitosti na čase a prostředí

- genetický vývoj organismů
- jedná se o vývoj organismů v závislosti na prostředí, ve kterém se nachází
- lépe přizpůsobení přežijí
- pojednává o vývoji organismů a přírodním výběru a dědičnosti
- postupný a pozvolný vývoj organismů
- postupný fylogenetický vývoj organismů na Zemi na základě vnějších vlivů
- postupný vývoj od jednodušších ke složitějšímu
- postupný vývoj organismů
- postupný vývoj organismů za pomoci mutací
- postupný vývoj určitého objektu / organismu
- pozvolný přirozený vývoj organismu závisující na změnách genomu, adaptaci k prostředí
- příroda testuje své náhodně vytvořené organismy
- přirozený výběr
- upgradování jedince
- u živočichů se mění genom, a tak se tato skupina mění a vyvíjí se
- vývoj
- vývoj a proměny života na Zemi
- vývoj druhu
- vývoj druhu dle přírodního výběru
- vývoj k lepšímu
- vývoj, který je způsoben změnami přírodních podmínek a druhovou rozmanitostí v čase
- vývoj od jednodušších ke složitějšímu a v průběhu času dochází ke změnám prostředí
- vývoj od nejjednodušších po složitější
- vývoj organismů
- vývoj organismů a přirozený výběr
- vývoj organismů, jejich rozrůžňování a adaptace na životní prostředí
- vývoj organismu na přírodní podmínky po mnoho generací
- vývoj organismu na základě přírodního výběru
- vývoj organismu na základě přizpůsobení
- vývoj organismu na základě přizpůsobení přírodním podmínkám
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismu od jednodušších k nejsložitějšímu
- vývoj organismu od jednodušších k nejsložitějšímu v čase
- vývoj organismů od nejjednodušších až po ty vyspělé

- vývoj organismů od počátku až do dnešní doby
- vývoj organismů s účelem přizpůsobit se měnícím se podmínkám
- vývoj organismu v průběhu let
- vývoj organismů z generace na generaci
- vývoj organismů v závislosti na vnějších podmínkách
- vývoj planety a organismů na ní
- vývoj – přeměna organismů na základě jejich přizpůsobení k životu v podmínkách, kde žijí
- vývoj světa
- vývoj uzpůsobování živočichů
- vývoj všeho živého na Zemi
- vývoj, vylepšování genetické informace
- vývoj, zdokonalení organismu, získání lepších prostředků k přežití
- vývoj živočichů
- vývoj života na Zemi
- vývoj života na Zemi a jeho proměny
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů na Zemi
- vznik nových druhů za účelem zachovat svůj druh

#### **H.1.4 Gymnázium Botičská (2012/13)**

- dlouhodobý a samovolný proces, v němž se rozvíjí pozemský život
- dlouhodobý proces vyvíjení organismů
- dlouhodobý samovolný proces, při němž se vyvíjí pozemský život
- dlouhodobý vývoj života na Zemi
- doba vývoje jak naší Země, tak organismů na ní žijících
- evoluce je proces, kdy se postupem času tělo „vylepšuje“ na základě prostředí a jiných podmínek, není vždy pouze „vylepšení“ v určitých věcech, může dojít naopak k zániku či zakrsnutí nějakého orgánu
- evoluce popisuje vývoj člověka a živých organismů
- postupné vyvíjení druhů kvůli změnám podmínek, zdokonalování
- postupné vyvíjení, přizpůsobování podmínkám
- postupné vyvíjení se, zdokonalování a přizpůsobování organismů
- postupný pozvolný vývoj pomocí mutací od jednodušších ke složitějším
- postupný vývoj organismů na Zemi
- postupný vývoj přírody + živočichů
- postupný vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější

- postupný vývoj života na Zemi ovlivněn mnoha faktory
- přírodní výběr – boj o přežití
- přizpůsobování se okolnímu prostředí
- přizpůsobování se přírodním podmínkám
- přizpůsobování se přírodním podmínkám a vývoj
- vylepšování se – mění se druhy
- vývoj
- vývoj a adaptace organismů
- vývoj člověka
- vývoj člověka, zvířat postupně v čase
- vývoj, diverzifikace
- vývoj druhů – adaptace na různé podmínky, přesun na výhodnější místa
- vývoj druhu během času od prvních objevů
- vývoj jednotlivých druhů živočichů do dnešní podoby
- vývoj konkrétního zástupce druhu za delší časovou periodu
- vývoj nějakého druhu, přizpůsobení k stylu života a přírodním podmínkám (proces, který nejde zastavit)
- vývoj nejschopnější kombinace genů
- vývoj organismu
- vývoj organismů
- vývoj organismů aby co nejdéle přežily
- vývoj organismů, adaptace organismů v prostředí
- vývoj organismů do nejlépe přizpůsobených jedinců
- vývoj organismu, hledání protékčního přizpůsobení daného organismu danému prostředí, kde žije
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismů na Zemi, jejich adaptace, vývoj, změn v chování, změn ve všem, jejich přizpůsobivost a tím se stále zdokonalují
- vývoj organismů na Zemi v důsledku jejich přizpůsobení se
- vývoj organismů, vznik nových rostlin, zvířat
- vývoj živočichů a celé Země
- vývoj živočichů a rostlin v průběhu miliónů let
- vývoj živočichů a vzájemná odlišnost, vznik druhů a stálý posun dopředu vytváří silnější druhy
- vývoj živočichů / člověka v průběhu let
- vývoj živočichů na Zemi
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější

- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější, vystoupily na povrch a dále se vyvíjely
- vývoj života a člověka na Zemi
- vývoj živých organismů, až po člověka na Zemi, nekončící proces, protože se člověk stále vyvíjí
- vývoj živých organismů na Zemi v důsledku faktorů odlišných jedince či celé populace
- vznik nových druhů, vývoj organismů, vznik země, vody, atmosféry
- vznik života a vývoj na Zemi
- vznik života na Zemi
- zdoluhavý vývoj všech organismů na Zemi (jejich postupná adaptace)
- změny na jedinci, které jsou způsobeny dlouhodobým životním stylem, tudíž vzniká jiný druh
- změny v proporcích v důsledku stálé diverzity prostředí

### **H.1.5 Arcibiskupské gymnázium (2011/12)**

- biologický vývoj člověka od počátků prvního života na zemi (zjednodušených organismů)
- cílený vývoj k dokonalejšímu
- druhy se přizpůsobují životnímu prostředí tak, aby měly co největší šanci přežít
- evoluce je přirozený vývoj žijících organismů na zemi v čase, v závislosti na podmínkách důležitých pro jejich život a změnách v prostředí, které je ovlivňuje
- nejsilnější přežije
- neustálý a nepřetržitý vývoj organismů za předpokladu přežití těch, kteří se dokázali nejlépe přizpůsobit
- neustálý vývoj a přizpůsobení organismů okolnímu prostředí
- opice – člověk
- pomalý postupný vývoj organismů
- postupný vývoj živočichů v různé živočichy
- postupný vznik života na Zemi
- proces, během kterého se živočichové přetvořili do jiných na základě adaptace organismů na změny prostředí, genetické informace a schopností, jež byly upřednostněny díky okolním prostředím
- snaha vymyslet nefunkční konspirační teorii
- věda zkoumající původ druhů
- vlastnost projevující se u živočichů – umožňuje jim přizpůsobit se prostředí, v němž žijí - v rámci generací

- vývoj
- vývoj druhu
- vývoj druhů na základě přirozeného výběru
- vývoj jedince, který je závislý na mnoha faktorech, s čím souvisí i přirozený výběr – teorie podle které přežijí jen nejschopnější jedinci, kteří se dokážou rychle adaptovat
- vývoj organismů
- vývoj organismů během času
- vývoj organismů za určitých podmínek z druhu na druh jiný
- vývoj určitého druhu – člověka
- vývoj v závislosti na prostředí – přizpůsobením
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj života na Zemi a jednotlivých druhů
- vývoj živých druhů – změny, které u nich nastávají během různých generací – já osobně jsem skeptický k tomu, že by takovou změnou mohly vznikat nové druhy, rody organismů.
- vývoj živých organismů na naší planetě
- změny organismů za dlouhé časové období od nejjednodušších po složitější v důsledku reakce na změny okolního prostředí

### **H.1.6 Arcibiskupské gymnázium (2012/13)**

- adaptace druhu
- adaptace druhu v čase
- Darwinova teorie, podle které se každá bytost vyvíjí
- dlouhodobý vývin druhu
- evoluce je teorie o vývoj i organismu
- evoluce je vývoj vzhledový, charakterový, pudový apod.
- postupný vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- přirozený vývoj
- přirozený vývoj druhu kvůli nutnosti adaptace
- přirozený vývoj života na Zemi
- přizpůsobení a vývoj naší planety
- přizpůsobení se živočichů přírodním podmínkám / okolí
- vývoj
- vývoj a vývin druhů
- vývoj člověka
- vývoj druhu



- vývoj druhů živočichů, jejich změny a mutace
- vývoj jedinců
- vývoj rodů v závislosti na přírodních podmínkách
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj živočichů / organismů v závislosti na přírodních podmínkách
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů v čase
- vývoj živých organismů v čase a přizpůsobení se živočichů přírodním podmínkám / okolí
- změna živočichů na základě genetické mutace

### **H.1.7 Gymnázium Litoměřická (2012/13)**

- dlouhodobý vývoj jedinců vlivem okolního prostředí
- fyzický a psychický vývoj jedince
- je hromádka tezí pana Darwina
- jsme z opice
- pomalý vývoj, který je ovlivňován prostředím
- postupem času
- postupné zdokonalování života
- postupný vývin a vývoj živočichů
- postupný vývoj druhu v dokonalejší formu
- postupný vývoj organismů
- postupný vývoj organismů a života na Zemi
- postupný vývoj z předchozích, velmi podobných jedinců
- postupný vývoj živého organismu
- postupný vývoj živočichů
- postupný vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- průběh, rozvoj a přeměna světa
- průběžný vývoj zvířat
- přírodní vývin například člověka
- přirozený a postupný vývoj přírodních druhů
- přirozený výběr
- vývin
- vývin druhů a jejich adaptace na prostředí v čase
- vývoj
- vývoj celého druhu
- vývoj člověka

- vývoj člověka a všech živých organismů od začátku Země
- vývoj druhu
- vývoj druhu / jedince v postupu času
- vývoj druhu v delším časovém úseku
- vývoj jedince
- vývoj jedince v lépe přizpůsobeného okolnímu světu
- vývoj jedince v lepší druh
- vývoj jedinců
- vývoj, který plyne z potřeby adaptace měnícím se podmínkám za účelem přežit
- vývoj organismu
- vývoj organismů
- vývoj organismů a Země
- vývoj organismů do dnes
- vývoj organismů napříč generacemi
- vývoj organismu od počátku
- vývoj organismů vlivem okolního prostředí
- vývoj organismů za dlouhé období
- vývoj přírody, člověka (lidský vývoj)
- vývoj, přizpůsobování se okolnímu světu
- vývoj různých druhů
- vývoj všech druhů od počátku do dnes
- vývoj všech druhů řídicí se podobnými pravidly
- vývoj živočichů
- vývoj živočichů, dále se rozmnožují jen ti, co se dokážou nejlépe přizpůsobit prostředí
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější po dobu miliard let
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější (živočišná konkurence)
- vývoj živočichů pomocí adaptace – přežije nejsilnější
- vývoj živočišného druhu v závislosti na prostředí v rozmezí milionů let
- vývoj života
- vývoj života na Zemi
- vývoj živých organismů

### H.1.8 Gymnázium Čakovice (2012/13)

- Darwinův nápad!
- evoluce je obměna populace na základě postupných přeměn vyžadujících okolím (prostředí), ve kterém žijí ostatní jedinci, se kterými daná populace koexistuje
- fylogenetický vývoj všech organismů na Zemi
- postupný vývoj všech druhů v závislosti na přírodních podmínkách, snaží se co nejlíp přizpůsobit životu, aby byl druh co nejúspěšnější
- postupný vývoj života na Zemi
- přírodní výběr vhodných vlastností organismů
- přirozený vývin organismů způsobem přirozeného výběru, nejsilnější přežívají a vyvíjí se
- přizpůsobení se na určité podmínky kolo sebe a tím se zdokonalovat
- přizpůsobení se organismu měnícím se přírodním podmínkám
- vývoj
- vývoj a přizpůsobivost
- vývoj druhů organismů v čase
- vývoj jednotlivých druhů v čase od začátku života na Zemi
- vývoj jednotlivých organismů
- vývoj organismů
- vývoj organismů a jejich přizpůsobení novým podmínkám
- vývoj organismů do dnešní podoby a dál
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismů od nejjednodušší po nejsložitější
- vývoj organismů směrem k dokonalejším formám, adaptace na životní prostředí
- vývoj organismů v průběhu let díky měnícím se podmínkám a jejich zdokonalení
- vývoj organismů v reakci na podmínky
- vývoj živočichů, probíhá neustále.
- vývoj živočišných / rostlinných druhů
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů na Zemi – postupný vývoj od prahor až po současnost a přizpůsobení životním podmínkám
- vývoj živých organismů pomocí selekce a jejich přizpůsobování se podmínkám
- vývoj živých organismů v čase

### H.1.9 Gymnázium Radotín (2012/13)

- dlouhodobý proces, při kterém dochází k vývinu a přeměně organismu

- postupné zdokonalování a přizpůsobování organismu v průběhu času.
- postupný vývin organismů na Zemi
- postupný vývoj organismů
- proměna živých organismů v čase a v prostředí
- vývoj
- vývoj od samotného vzniku života na Zemi (živočichů, organismů).
- vývoj organismů
- vývoj všech živých organismů, který trvá několik milion let a stále probíhá dále, jeho součástí jsme i my.
- vývoj života na Zemi.

## H.2 Slovinsko

### H.2.1 Gymnázium Ledina (2012/13)

- celková míra bytostí, které se přizpůsobí prostředí
- je proces, při kterém se genetický kód daného jedince přeměňuje z generace na generaci
- je věda o vývoji živého organismu od počátku do dnes
- modifikace organismů v průběhu času v důsledku změn v podmínkách, přirozený výběr
- počátek vývoje živých organismů na Zemi
- postupný vývoj
- postupný vývoj organismů
- postupný vývoj živých bytostí
- proces, v němž se jednoduché organismy vyvíjí v čím dál tím složitější, které budují a udržují ty nejlepší geny
- přírodní výběr
- přizpůsobení
- přizpůsobení zvířat na životní prostředí a přírodního výběru kdo přežije
- přizpůsobování organismů na okolí
- věda o vývoji organismu od počátku do dnes
- v přenosu dědičného záznamu dojde k chybě, která může být i výhodou, a takto jsou tyto změny přenášeny v průběhu času
- vývoj
- vývoj a adaptace organismu na prostředí
- vývoj a přizpůsobení organismů
- vývoj a přizpůsobení organismů (problém s překladem)

- vývoj a přizpůsobení organismů v čase
- vývoj člověka
- vývoj člověka v čase
- vývoj člověka v čase od počátku do dnes
- vývoj organismu
- vývoj organismů
- vývoj organismů na světě
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismu od počátku
- vývoj organismu od počátku do dnes
- vývoj v čase
- vývoj veškerého života
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější v průběhu času, je nekonečná a všudypřítomná
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů od počátku atmosféry
- vývoj živých organismů v čase
- začátek a rozvoj života
- změna fyzikálních vlastností každého jedince
- změny, adaptace na životní prostředí a vývoj organismů v průběhu času
- znalost o vývoji života

## **H.2.2 Gymnázium Poljane (2012/13)**

- adaptace organismů na životní prostředí v průběhu času
- biologický proces, při kterém se genetický zápis populace přeměňuje v průběhu času, čas takto nastavuje nové druhy
- biologický proces, při kterém se z generace na generaci mění genetický zápis skupiny organismů v průběhu času, čas takto nastavuje nové druhy
- nejlepší přežije
- postupný vývoj organismu
- postupný vývoj organismu ze společného předka v různé směry, s některými úpravami do různých prostředí, mutace
- proces, při kterém se genetický zápis přeměňuje v čase a takto přijde ke změně
- přeměna genetické sestavy
- přizpůsobení a adaptace organismů
- přizpůsobení okolí a přírodní výběr

- přizpůsobení organismu okolí
- přizpůsobení organismu okolí v průběhu času
- přizpůsobení živých organismů
- přizpůsobení živých organismů v čase
- věda o vývoji živých organismů
- věda zabývající se vývojem organismů
- věda zabývající se vývojem organismů a vznikem života
- věda zabývající se vývojem organismů v čase
- vývoj
- vývoj a přeměna živých organismů
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí v generacích
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí v průběhu času
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí v průběhu času na Zemi
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí v průběhu času vlivem přírodního výběru
- vývoj a přizpůsobení organismu v okolí vlivem přírodního výběru
- vývoj a původ / vznik druhů
- vývoj a vznik nových druhů s adaptacemi na prostředí (vzorky s pozitivní mutací v určitém prostředí umožní víc příležitostí k přežití – přežití druhu)
- vývoj člověka
- vývoj na základě přizpůsobení a reprodukci organismu
- vývoj organismů
- vývoj organismů a vznik života
- vývoj organismů fyzicky a psychicky
- vývoj organismů na Zemi v čase
- vývoj organismů od začátku do dneška
- vývoj organismu v čase
- vývoj organismů v dokonalejší
- vývoj – přeměna genotypu vlivem evolučních faktorů
- vývoj v důsledku zvýšení šancí na přežití
- vývoj všech organismů na Zemi
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější (problém s překladem)
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější přizpůsobení okolí
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější (selekce)
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější v čase

- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů dle systému
- vývoj živých organismů s postupnými mutacemi, které zaručují pokrok ve vývoji organismu
- vývoj živých organismů v čase
- vývoj živých organismů ze společného předka

### H.2.3 Gymnázium Bežigrad (2012/13)

- biologický proces, při kterém se genetický zápis mění z generace na generaci
- biologický proces, při kterém se genetický zápis populace mění z generace na generaci
- dlouhodobý vývoj živých bytostí, které se měnily z generace na generaci
- evoluce je jev, funguje, který ovlivňuje všechny bytosti změnou (problém s překladem)
- evoluce se zabývá výzkumem podobnosti mezi aktuální a již vymřelými bytostí a snaží se zjistit, co to je, co se vyvíjelo po celou dobu v generaci
- historie živé přírody
- je pravda
- nejlepší přežije
- organismy se na základě přirozeného výběru postupně vyvíjely
- pomalá přeměna, při které se organismus přizpůsobuje okolí
- postupná změna v genotypu tvorů v důsledku různých faktorů
- postupné přizpůsobení živých organismů na základě přírodního výběru a adaptace organismů na životní prostředí
- přeměna organismů v čase
- přežijí ti, kteří jsou nejlépe přizpůsobení okolí
- přizpůsobení a vývoj organismů v čase
- přizpůsobení genetického kódu / skladby populace v průběhu času
- přizpůsobení okolí
- přizpůsobení živých organismů pro optimální bytí / žití
- soubor procesů (mutace, přirozený výběr, dědičnost), což způsobuje změny v méně rozvinutých bytostech, které se postupně vyvíjejí ve více rozvinuté
- věda o vývoji živých organismů
- vývoj
- vývoj a přizpůsobení okolí
- vývoj a přizpůsobení okolí, které se stále mění
- vývoj a přizpůsobení organismů

- vývoj a přizpůsobení živých organismů prostředí v čase
- vývoj a přizpůsobení živých organismů v čase
- vývoj a přizpůsobení živých organismů v čase (přírodní výběr)
- vývoj člověka a ostatních živých organismů v čase
- vývoj organismů
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismu od počátku do dnes
- vývoj organismů v čase
- vývoj = přizpůsobení se okolí
- vývoj v čase
- vývoj všeho živého
- vývoj všeho živého od samého začátku
- vývoj všech organismů na podkladu přírodního prostředí
- vývoj všech organismů na podkladu přírodního výběru
- vývoj živého organismu a přizpůsobování se svému okolí
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj života
- vývoj života na Zemi – prvních živých organismů
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů na Zemi
- vývoj živých organismů přizpůsobením se mechanismům prostředí přírodního výběru
- vývoj živých organismů v čase

#### **H.2.4 Pedagogické gymnázium v Lublani (2012/13)**

- evoluce je adaptace, která se koná po delší časovou dobu
- evoluce je proces, při kterém se organismus změní
- evoluce je vědní obor podílející se na zkoumání živých bytostí
- evoluce je vývoj organismu v průběhu času
- hromadný vývoj všech živých bytostí
- je věda, která zkoumá vývoj živých bytostí, v delším časovém období
- modifikace organismů strážena kvalitním časem vlivem prostředí a osobního vývoje
- něco nového
- postupné přizpůsobení a vývoj živých bytostí prostřednictvím procesu přírodního výběru



- to je věda, která zkoumá vývoj živých bytostí ve vztahu s prostředím, ve kterém žijí
- věda, která se zabývá vývojem živých organismů v průběhu času
- vývoj
- vývoj bytostí a podobnost
- vývoj do dneška (problém s překladem)
- vývoj organismů
- vývoj organismu podle různých dynamik životního prostředí (přizpůsobení, mutace v genech)
- vývoj organismu v průběhu času
- vývoj organismu v průběhu času vlivem prostředí
- vývoj organismu z minulosti do dneška
- vývoj v průběhu období / času
- vývoj živého organismu
- vývoj života
- vývoj života na Zemi
- vývoj živých bytostí
- vývoj živých bytostí prostřednictvím geologického období
- vývoj živých bytostí v průběhu času
- zdokonalování a přizpůsobování živých organismů v průběhu času
- zlepšení
- změna organismů
- změna organismů v průběhu času
- změny v živých bytostech v průběhu času

## H.2.5 Gymnázium Vič (2012/13)

- evoluce je proces, ve kterém mutace změny vlastnosti organismu a přírodní výběr pozitivně ovlivňuje tyto změny
- postupný vývoj organismu pod vlivem mutací a přírodního výběru
- postupný vývoj živých organismů v čase
- proces genových mutací a jejich začleňování do nových druhů
- selektivní vývoj
- vývoj
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí v čase
- vývoj a přizpůsobení organismu okolí v čase přírodním výběrem
- vývoj druhů mutací a přírodním výběrem

- vývoj organismů od začátku do dneška
- vývoj organismů od začátku do dneška s podporou mutací
- vývoj organismů od začátku do dneška s podporou mutací, přírodní výběr
- vývoj organismů od začátku do dneška s podporou mutací, přírodní výběr, přizpůsobení okolí
- vývoj organismů s pomocí mutací a přírodním výběrem
- vývoj organismů v čase
- vývoj – přeměna genotypu vlivem evolučních faktorů
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější (problém s překladem)
- vývoj života
- vývoj živých organismů
- vývoj živých organismů na Zemi
- vývoj živých organismů v čase s pomocí mutací, přírodním výběrem a přizpůsobování okolí
- vývoj živých organismů z generace na generaci s pomocnými mutacemi ke změně, která podporuje přírodní výběr a vznik nového druhu
- vznik a vývoj života

## H.2.6 Gymnázium Moste (2012/13)

- evoluce je teorie o vzniku živých bytostí a rozvoji života
- evoluce je věda, která předurčuje rozvoj živých bytostí
- hovoří o rozvoji živých bytostí od mikroskopických po člověka
- jak se druh postupně rozvíjí
- mění se organismus přes geologické časové období
- pomalá revoluce
- postupné vyvíjení druhů
- postupný vývoj života (prostředí + organismy) jak je známe dnes
- rozvoj života na Zemi
- věda o vývoji života
- vývoj
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj živočichů / organismů od nejjednodušších po nejsložitější
- vývoj živých organismů
- změna a vývoj člověka od jiných druhů v průběhu dějin

## H.2.7 Gymnázium Sežana (2012/13)

- postupná přeměna / vývoj organismů v čase
- přeměna / vývoj organismů v čase
- přizpůsobení se tomuto novému druhu podmínkám prostředí s mutací
- věda, která se zabývá vývojem jednotlivců
- vývoj organismů
- vývoj organismů na Zemi
- vývoj organismů od minulosti dodnes
- vývoj organismů v čase
- vývoj organismů v důsledku přirozeného výběru