



Pedagogická
fakulta
Faculty
of Education

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

Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích
Pedagogická fakulta
Katedra biologie

**Využití mezipředmětových vztahů ve výuce
přírodopisu k motivaci a prohloubení porozumění
přírodovědným jevům a dějům**

Diplomová práce

Vypracovala: Bc. Markéta Pepichová
Vedoucí práce: doc. PaedDr. Radka Závodská, Ph.D.

České Budějovice 2022

Prohlašuji, že svoji diplomovou práci jsem vypracovala samostatně pouze s použitím pramenů a literatury uvedených v seznamu citované literatury.

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

V Českých Budějovicích, 7. 7. 2022

.....

Bc. Markéta Pepichová

Poděkování

Ráda bych poděkovala paní doc. PaedDr. Radce Závodské, Ph.D. za vstřícnost a poskytnutí mnoha cenných rad. Dále bych poděkovala paní ředitelce základní školy za umožnění realizace výukových jednotek. Poděkování patří také mé rodině, která mě neustále podporuje.

Abstrakt

Diplomová práce se zabývá využitím mezipředmětových vztahů ve výuce přírodopisu k motivaci a prohloubení porozumění přírodovědným jevům a dějům. Teoretická část zahrnuje informace o mezipředmětových vztazích, konceptu STEM vzdělávání, přírodovědném kurikulu, badatelsky orientovaném vyučování a učebnicích.

V návaznosti na analýzu 10 učebních textů nových učebnic přírodopisu a rozhovorů se čtyřmi učiteli byly navrženy výukové jednotky na téma motýli, bakterie, sloni, houby. Vybrané tři výukové aktivity byly zrealizovány v šestých třídách na základní škole v Jihočeském kraji.

Klíčová slova:

Mezipředmětové vztahy, STEM, badatelsky orientované vyučování

Abstract

The diploma thesis analyses how to apply the interdisciplinary relationships in the natural sciences teaching. The aim is to motivate and deepen the understanding of scientific phenomena and processes. The first theoretical part informs about the interdisciplinary relationships, concept of STEM education, science curriculum, inquiry-based science education and textbooks.

The four thematic lessons focused on butterflies, bacteria, elephants, and fungi were created based on analysis of ten new textbooks and consultations with four teachers. The three lessons were selected to be tested on students from first year of second stage of elementary schools in South Bohemia.

Key words:

interdisciplinary relationships, STEM, inquiry-based science education

Obsah

1 Úvod.....	1
2 Literární přehled	2
2.1 Mezipředmětové vztahy	2
2. 1. 1 Využití mezipředmětových vztahů.....	3
2. 1. 2 Mezipředmětové vztahy a rámcový vzdělávací program.....	4
2. 1. 2. 1 Rámcový vzdělávací program	4
2. 1. 3 Koncepce uplatňování mezipředmětových vztahů.....	5
2. 2 Koncept STEM vzdělávání	6
2. 2. 1 Proč vznikl STEM?	7
2. 2. 2 Jaký je dnešní pohled na STEM?	8
2. 2. 3 Vzdělávací přístupy v konceptu STEM.....	9
2. 3 Badatelsky orientované vyučování	10
2. 3. 1 Proč vzniklo BOV?.....	10
2. 3. 2 Co je principem BOV?	11
2. 4 Využití STEM přístupu a BOV ve výuce přírodopisu	12
2. 4 Učebnice	13
3 Metodická část	15
3. 1 Rozhovor	15
3.2 Návrhy a realizace výukových jednotek	16
4 Výsledky	17
4.1 Analýza textu nových učebnic přírodopisu.....	17
4. 1. 1 Nakladatelství Taktik.....	17
4. 1. 2 Nakladatelství Nová škola.....	21
4. 1. 3 Stručné porovnání učebnic mezi ročníky	27
4. 2 Pohledy učitelů na problematiku STEM	30
4. 2. 1 Respondent 1	30
4. 2. 2 Respondent 2	31
4. 2. 3 Respondent 3	33
4. 2. 4 Respondent 4	34
4. 2. 5 Zhodnocení rozhovorů s důrazem na mezipředmětové vztahy	35
4. 3 Návrhy vyučovacích jednotek.....	38
4. 3. 1 „Sloni – zaostřeno na chobot“	38

4. 3. 1. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy	38
4. 3. 1. 2 Autorské řešení	41
4. 3. 1. 3 Zdroje.....	52
4. 3. 2 „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ a „Krása motýlích křídel“	53
4. 3. 2. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy	53
4. 3. 2. 2 Autorské řešení	56
4. 3. 2. 3 Zdroje.....	65
4. 3. 3 „Jak se množí bakterie?“ a „Pozor! Patogenní bakterie útočí“	67
4. 3. 3. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy	67
4. 3. 3. 2 Autorské řešení	70
4. 3. 3. 3 Zdroje.....	78
4. 3. 4 „Houby, houby, houbičky“, „Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“ a „Houby aneb co skrývá plodnice?“	79
4. 3. 4. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy	79
4. 3. 4. 2 Autorské řešení	82
4. 3. 4. 3 Zdroje.....	92
5 Realizace a shrnutí vybraných výukových jednotek.....	94
5. 1 Realizace a zhodnocení: „Jak se množí bakterie?“	94
5. 2 Realizace a zhodnocení: „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“	97
5. 3 Realizace a zhodnocení: „Houby aneb co skrývá plodnice?“	99
5. 4 Shrnutí a zpětná vazba	101
6 Závěr	102
7 Seznam literatury	103
8 Seznam příloh	109

1 Úvod

Školství „volá“ po změně: Strategie 2030+, změna Rámcově vzdělávacího programu pro základní vzdělávání (RVP ZV), nejen tyto dokumenty reflektují změnu vzdělávání společnosti. Žijeme ve 21. století, kdy je denním chlebem každého občana potýkat se s různými technologiemi, být úspěšný na trhu práce, umět pracovat ve skupině, nebát se projevovat své názory a vycházet s ostatními. Nejen z těchto důvodů je zapotřebí nepřetržitě vzdělávání modernizovat a docílit toho, že naše školství bude žákům ku prospěchu a připraví je na budoucí svět plný nástrah.

Jednou z možností, jak tohoto docílit a připravit tak nastupující generaci na budoucí život lze spatřovat ve využití mezipředmětových vztahů. Cílem diplomové práce je zmapovat a vybrat konkrétní témata učiva přírodopisu s přesahem do jiných předmětů. Následně navrhnou výukové jednotky a metodická řešení, která přispějí k motivaci a prohloubení porozumění přírodovědným jevům a dějům. Vybrané navržené výukové jednotky zrealizovat.

Teoretická část diplomové práce je nejprve věnována popisu a využití mezipředmětových vztahů a jejich spojitostí s RVP ZV 2021. Následně STEM vzdělávání i badatelsky orientovanému vyučování a jejich využití ve výuce přírodopisu na základních školách.

Nedílnou součástí diplomové práce jsou učebnice, které často bývají zdrojem znalostí. Nabízí se tak otázka: Zahrnují aktuální učebnice mezipředmětové vztahy, nebo se v nich pouze dočteme o daném vyučovacím předmětu?. Na tyto otázky lze nalézt odpovědi v kapitole 4. 1.

Co si pod mezipředmětovými vztahy představují učitelé? Chtějí ve své výuce využívat prvky STEM vzdělávání? Na tuto tematiku je zaměřena kapitola 4. 2.

Na základě zjištěných výsledků jsou navrženy výukové jednotky určené žákům základních škol. Výukové jednotky vedou žáky aktivně propojovat znalosti z více předmětů, neboť v běžném životě je tomu zapotřebí.

2 Literární přehled

2.1 Mezipředmětové vztahy

Ve školním vyučování se často projevuje izolace jednotlivých učebních předmětů, která se následně odráží u žáků v poznatkové roztržitosti. V praxi je však zapotřebí, aby pracovníci kteréhokoliv odvětví dokázali spojovat jednotlivé poznatky z různých oborů. Tomu by mělo napomoci důsledné uplatňování mezipředmětových vztahů, které vedou žáky k poznání vzájemných souvislostí, jevů a k pochopení jejich vývoje (Plch, 1987).

Podle Spousty (1997) mezipředmětové vztahy formulují jakýkoliv druh recipročního více či méně silného spojení dvou nebo více objektů nebo vlastností. Rakoušová (2008) zdůrazňuje, že mezipředmětové vztahy jsou jednou z úrovní integrace a vždy stojí na začátku každé integrace. Průcha a kolektiv (2008, p. 124) v pedagogickém slovníku charakterizuje mezipředmětové vztahy jako: „*Vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů, přesahujících předmětový rámec, prostředek mezipředmětové integrace.*“.

Na souvislost mezipředmětových vztahů s poznatky jednotlivých vědních oborů (disciplín) poukazuje Janás (1985), který odlišuje *vztahy interdisciplinární* (mezioborové) a *intradisciplinární* (vnitrooborové). Termín *interdisciplinární vztahy* označuje vztahy mezi systémy poznatků jednotlivých vědních oborů různých věd, kdežto odborný výraz *intradisciplinární vztahy* vyznačuje jako vztahy mezi poznatky jednotlivých vědních oborů téže vědy.

Důležitou roli v zařazení mezipředmětových vztahů hraje koordinace učiva neboli koordinace systémů poznatků v jednotlivých učebních předmětech (Plch, 1987). Janás (1985) koordinaci učiva dělí na koordinaci obsahovou, časovou a metodickou, následně jednotlivé koordinace definuje:

- **Koordinace obsahová:** vychází z výběru učiva (tzn. pojmů, vztahů, metod), veličin, terminologií. Prohlubuje vědomosti žáků a zdokonaluje jejich dovednosti a návyky v jednotlivých předmětech.
- **Koordinace časová:** souvisí s návazností a posloupností učiva probíraného v jednotlivých předmětech v různých časových etapách.

- Koordinace metodická: vychází ze způsobu výkladu a využíváním metod, pojmů a metodických postupů v příbuzných předmětech.

Čadílek a Stejskalová (2001) ve své publikaci kromě koordinace časové uvádí i koordinaci učiva věcnou. Kdy jsou jednotlivé předměty řazeny do učebního plánu tak, aby v jednotlivých ročnících vznikalo ideální propojení neboli vazby. Podle Čadílka a Stejskalové (2001, p. 146) je: „*Objektivním základem je zejména postavení a úloha příslušných věd v soustavě vědních oborů a postavení a úloha jednotlivých předmětů v soustavě odborného vzdělání, které poskytuje příslušná škola.*“

2. 1. 1 Využití mezipředmětových vztahů

Mezipředmětové vztahy jsou vhodné pro zlepšení a zefektivnění výchovně vzdělávací práce školy, dále jsou ideální volbou pro to, aby si žáci vytvořili ucelenou představu o přírodě a společnosti (Janás, 1985). Rakoušová (2008) ve své publikaci uvádí, že pomocí mezipředmětových vztahů lze docílit celistvosti a jednoty v mnohosti ve společnosti a přírodní skutečnosti. Dále zmiňuje, že prostřednictvím mezipředmětových vztahů lze systematicky rozvíjet logické myšlení. Mezipředmětové vztahy napomáhají žákům vidět učivo v širších souvislostech (Nocar et al., 2019). Podle Janáse (1985) spočívá význam mezipředmětových vztahů v tom, že:

- a) ulehčují systematizaci poznatků
- b) pomáhají odstranit neúčelné zdvojování učiva
- c) dávají možnost vytvářet dovednost slučování i přesun poznatků a pracovních metod z jednoho předmětu do druhého
- d) napomáhají realizaci polytechnických principů ve vyučování
- e) umožňují vytvářet ucelené představy o přírodě, společnosti a myšlení a přispívají tak k utváření vědeckého světového názoru žáka.

Mezipředmětové vztahy jsou vhodné pro propojování učiva z jednotlivých předmětů. Avšak pokud učitel chce do své výuky zakomponovat mezipředmětové vztahy, je nutné, aby o těchto vztazích přemýšlel už při didaktické analýze učiva (Zormanová, 2014).

2. 1. 2 Mezipředmětové vztahy a rámcový vzdělávací program

Mezipředmětové vztahy byly dříve v učebních osnovách formulovány jako mezipředmětová témata či realizována v interdisciplinárních předmětech jako je výchova ke zdraví, rodinná výchova, svět práce. V nynější době jsou mezipředmětové vztahy zakomponovány v rámcově vzdělávacích programech (RVP) v podobě samostatných průřezových témat, s mezipředmětovými vztahy se lze setkat ve školství i v různých projektech a v nových předmětech (Průcha et al., 2013).

2. 1. 2. 1 Rámcový vzdělávací program

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání (RVP ZV) je kurikulární dokument, který vytyčuje závazné rámce vzdělávání pro základní vzdělávání v České republice. RVP ZV navazuje na RVP pro předškolní vzdělávání a je základem pro RVP pro střední vzdělávání. V publikaci RVP ZV vydaný Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v roce 2021 je uvedeno (na str. 8): „*Základní vzdělávání má žákům pomoci utvářet a postupně rozvíjet klíčové kompetence a poskytnout spolehlivý základ všeobecného vzdělání orientovaného zejména na situace blízké životu a na praktické jednání*“. RVP ZV (2021) specifikuje úroveň klíčových kompetencí, kterých by měli žáci dosáhnout: kompetence k učení, kompetence k řešení problémů, kompetence komunikativní, kompetence sociální a personální, kompetence občanská, kompetence pracovní, kompetence digitální.

Vzdělávací obsah pro základní vzdělávání je orientačně rozdělen do devíti vzdělávacích oblastí, přičemž každá vzdělávací oblast je tvořena jedním vzdělávacím oborem či více obsahově blízkými vzdělávacími obory. Vzdělávací oblasti na sebe navazují. Vzdělávací obor Přírodopis se řadí do vzdělávací oblasti Člověk a příroda (Tabulka I).

Tabulka I: Výčet vzdělávacích oblastí a vzdělávacích oborů v RVP ZV (2021).

VZDĚLÁVACÍ OBLAST	VZDĚLÁVACÍ OBOR/Y
Jazyk a jazyková komunikace	Český jazyk a literatura, Cizí jazyk, Další cizí jazyk
Matematika a její aplikace	Matematika a její aplikace
Informatika	Informatika
Člověk a jeho svět	Člověk a jeho svět
Člověk a společnost	Dějepis, Výchova k občanství
Člověk a příroda	Fyzika, Chemie, Přírodopis, Zeměpis
Umění a kultura	Hudební výchova, Výtvarná výchova
Člověk a zdraví	Výchova ke zdraví, Tělesná výchova
Člověk a svět práce	Člověk a svět práce

Vzdělávací obory se následně dělí na tematické okruhy: Obecná biologie a genetika, Biologie hub, Biologie rostlin, Biologie živočichů, Biologie člověka, Neživá příroda, Základy ekologie, Praktické poznávání přírody. Každý vzdělávací obsah vzdělávacích oborů je tvořen očekávanými výstupy, které jsou závazné, a doporučeným učivem.

Povinnou součástí českého základního vzdělávání jsou i již zmiňovaná průřezová témata, která mají formativní funkci, například napomáhají rozvíjet osobnost žáka v oblasti postojů, hodnot a jednání. Obsahem průřezových témat jsou aktuální problémy současného světa. Tematické okruhy průřezových témat přispívají k úplnosti vzdělávání žáků, neboť jednotlivé tematické okruhy témat prostupují napříč vzdělávacími oblastmi a umožňují propojení vzdělávacích obsahů oborů. RVP ZV (2021) vymezuje šest průřezových témat: Osobnostní a sociální výchova, Výchova demokratického občana, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Multikulturní výchova, Mediální výchova.

Povinností základních škol je zařadit všechna uvedená průřezová témata. Průřezové téma environmentální výchova bývá nejčastěji zařazována do učiva přírodopisu, neboť, jak uvádí Pavlasová (2014), vede žáky k pochopení komplexnosti a složitosti vztahů člověka a životního prostředí.

RVP ZV (2021) svým přístupem podporuje ucelenost realizace vzdělávacího obsahu, nejen tím, že dovoluje volbu rozmanitých vzdělávacích postupů, odlišných metod a forem výuky, ale také využití podpůrných opatření pro žáky s individuálními potřebami.

2. 1. 3 Koncepce uplatňování mezipředmětových vztahů

V poslední době lze spatřit zvýšený důraz na uplatňování mezipředmětových vztahů zejména v polytechnickém vzdělávání, které integruje přírodovědné, technické a environmentální vzdělávání. Jak uvádí Havlíček (2019) jedním z vytyčených cílů pilíře polytechnického vzdělávání, z Inovační strategie České republiky na období 2019-2030, je klást důraz na technickou představitost, logické a kritické myšlení, badatelské přístupy, kreativitu, nalézání společných řešení, využívání znalostí a poznatků z matematiky i přírodních věd. Polytechnické vzdělávání přispívá k utvoření návyků a dovedností, které lze využít v běžném i pracovním životě, neboť toto vzdělávání upřednostňuje uplatňování mezipředmětových vztahů než vzdělávat pomocí izolovaných jednotlivých předmětů.

Zmíněné cíle jsou uplatňovány i v konceptu STEM vzdělávání a badatelsky orientovaném vyučování. Tyto koncepty jsou popsány v následujících kapitolách.

2. 2 Koncept STEM vzdělávání

Pojetí STEM vzdělávání je v současnosti spatřován jako trend ve vzdělávání prostupující napříč světem.

Termín STEM je akronymem ze slov Science, Technology, Engineering, Mathematics, tedy názvů akademických disciplín dříve známých pod zkratkou SMET (Sanders, 2009). Zkratka vznikla přeuspořádáním písmen americkou biologkou Judith Ramaley v roce 2001, která se později stala asistentkou ředitele vzdělávání a lidských zdrojů v NSF (National Science Foundation) ve Spojených státech amerických (Breiner et al., 2012). Význam jednotlivých písmen akademických disciplín ze zkratky STEM vzdělávání je vysvětlen níže, uvedené pojmy jsou na základě definic z anglického výkladového online slovníku (<https://www.dictionary.com>).

S z angl. Science: Vědou se myslí systematické studium povahy a chování hmoty a fyziky vesmíru, a to založeném na pozorování, experimentu, měření a definování zákonů popisující tyto fakta pomocí obecných pojmů ("Science", n.d.). V kontextu STEM je „Science“ chápáno jako označení pro přírodní vědy (fyzika, chemie a biologie).

T z angl. Technology: Technologie představuje penzum znalostí, dovedností, metod a procesů, jak vytvořit prostředky a služby výhodné pro život, společnost a prostředí v oblastech základního vědeckého výzkumu, aplikovaného výzkumu i průmyslu ("Technology", n.d.). V souvislosti STEM je „Technology“ pojmenování nejen pro využívání počítačové techniky, ale i pro používání různých produktů vědy a technologických nástrojů k řešení problému.

E z angl. Engineering: Inženýring je uměním nebo vědou, jak vytvářet praktické aplikace za využití poznatků v oblasti základních věd (fyziky a chemie), jak konstruovat mosty, doly, budovy, lodě atd. ("Engineering", n.d.). V kontextu STEM „Engineering“ využívá poznatky ze „Science, Technology a Mathematics“, na základě těchto poznatků lze navrhnout a vytvořit různé produkty.

M z angl. Mathematics: Matematika je skupinou vědních oborů (algebra, geometrie a výpočty) zabývající se studiem čísel, množstvím, tvarem, prostorem a jejich vztahy za použití matematických symbolů ("Mathematics", n.d.). V souvislosti STEM je v „Mathematics“ zařazena aritmetika, algebra, funkce, geometrie, statistika, pravděpodobnost, logika a další.

Mareš a Gavora (1999) překládají Science do českého jazyka jako vědní obor, odborná znalost, přírodověda (vyučovací předmět). Technology znamená technologie a technika. Engineering je definován jako inženýrství, technika a řízení. Mathematics jakožto matematika. S rostoucím zájmem o pojetí STEM vzdělávání vznikají i další varianty, např. STEAM (přidané o písmeno A z angl. Arts neboli umění), STREAM (doplněné o písmeno R z angl. Reading čili čtení) a mnoho dalších.

Koncept STEM vzdělávání není pouhá jednoduchá integrace vyjmenovaných disciplín, ale jde o jejich smysluplné využití při řešení realistických problémů současné a budoucí technologické společnosti. Proto je nezbytné, aby žáci byli ve školách vybaveni dovednostmi a kompetencemi, které jim usnadní se zorientovat ve stále rychleji se vyvíjejícím světě technologií. Pomocí koncepce STEM, žáci získávají vhodné schopnosti a dovednosti pro výkon budoucího povolání v jakémkoliv odvětví, neboť STEM vzdělávání má silnou vazbu na praxi (MacDonald et al., 2020).

2. 2. 1 Proč vznikl STEM?

Počátky zdůrazňování dovedností společnosti v oblasti mezipředmětových vztahů vědy, technologií, inženýringu a matematiky lze spatřovat již od éry dobývání vesmíru, tedy od roku 1957, kdy byla vypuštěna družice Sputnik. V této době američtí prezidenti D. D. Eisenhower a J.F. Kennedy poukazovali na důležitost těchto disciplín, aby se staly Spojené státy americké lídrem ve vesmírných závodech s tehdejšími Sovětským Svazem (Bybee, 2013).

Dostál a Kožuchová (2016) ve své publikaci zmiňují, že ucelený koncept STEM byl vytvořen ve Spojených státech amerických v 90. letech 20. století jako odpověď na situaci v tehdejší vzdělávání, kdy docházelo ve výuce na školách k velké izolaci jednotlivých vyučovacích předmětů.

Koncept STEM vzdělávání se snaží stírat mezipředmětové rozdíly a posílit integrační tendence tím, že klade důraz na přírodovědné a technické předměty (Dostál & Kožuchová, 2016).

2. 2. 2 Jaký je dnešní pohled na STEM?

V současné době je význam koncepce STEM vzdělávání spatřován v tom, že připraví celou nastupující generaci, tedy nejen vybrané skupiny žáků, na nejistou budoucnost ve stále se měnícím komplexním světě technologií. Odborníci se shodují, že věda, technologie, inženýring a matematika pomohou snadněji zavést nové inovace napříč obory. Z tohoto důvodu je STEM vzdělávání rozhodující pro rozvoj a růst ekonomiky (MacDonald et al., 2020). Koncept STEM se zabývá i národnostními menšinami (viz např. (Crisp & Nora, 2012)) či genderovou rovností (Marginson et al., 2013).

V květnu 2020 zveřejnil NSF ve Spojených státech amerických tzv. vize 2030 a 10 velkých myšlenek pro STEM vzdělávání. Podle Medina-Borja (2020) lze tyto myšlenky shrnout do následujících třech priorit:

1. Všichni lidé, kteří se vzdělávají na jakémkoliv stupni, mají mít přístup a možnost si zvolit STEM kariéru, a tím se podílet na inovacích ekonomiky.
2. Je třeba vybudovat silnou pracovní sílu, která je schopná si v budoucnosti poradit s potřebnými kvalifikacemi.
3. Musí se zajistit, aby se technologické inovace staly běžnou součástí výuky ve školách. Sami vyučující by měli moderním technologiím rozumět natolik, aby dokázali žákům předat zkušenosti s jejich používáním.

Širším využitím výpočetní techniky a robotiky lze dosáhnout efektivnějšího objevování nových směrů a možností, a tím i udržení konkurenceschopnosti spolu s trvale udržitelným rozvojem společnosti (Medina-Borja, 2020). Je zřejmé, že pro maximalizaci výše popsaných efektů je vhodné do STEM vzdělávání začlenit všechny děti bez ohledu na původ, rasu, etniku, socioekonomický status, pohlaví, náboženství a vzbudit zájem o další vzdělávání. U dětí je nutné probudit vášně poznávat a pozitivně měnit svět kolem sebe po celý jejich život. K tomuto by mělo STEM vzdělávání napomoci (Medina-Borja, 2020).

2. 2. 3 Vzdělávací přístupy v konceptu STEM

STEM vzdělávání je vhodné začlenit již od mateřské školy až po vysokou školu. V mateřských školách se děti seznamují s konstrukčními úkoly v podobě her s kostkami, např. stavebnicí Lego. V pozdější školní docházce jsou žáci již schopni řešit těžší úkoly např. spojené s leteckým, kosmickým inženýrstvím nebo biotechnickým inženýrstvím a digitální elektronikou (MacDonald et al., 2020).

Do výuky je vhodné začlenit robotiku a simulační softwary zjednodušených světů jako je například Minecraft, kde se svět skládá z kostek představujících nejrůznější materiály různých vlastností. Softwary napomáhají rozvíjet řešení problémů a kreativitu napříč fázemi učení. Na středních školách lze pokročit tím, že digitální technologie a nástroje se použijí při řešení problémů reálného světa. Vzniklý reálný problém má většinou mnoho příčin a následků, a tím roste jeho komplexnost (Heikkilä, 2020). Do výuky přírodopisu je vhodné zapojit například i programovatelnou stavebnici Arduino, kdy si žáci ve výuce osvojí nejen znalosti přírodopisu, ale i robotiky a fyziky (Görgülü Arı & Meço, 2021).

Absolventi STEM vzdělávání by měli získat základní kompetence pro výzkum ve 21. století, včetně schopnosti jako je být kreativní, řešit zásadní výzkumné otázky či problémy, pracovat skrze různé obory a spolupracovat s rozličnými skupinami. Pro urychlení procesů je třeba porozumět mechanismům, bez kterých by do jisté míry nedocházelo k úspěšným výzkumům a inovátorstvím (Medina-Borja, 2020). Koncept STEM vzdělávání začleňuje do výuky skupinové práce, kdy žáci s různou úrovní schopností spolu spolupracují, nacházejí společná řešení, zaznamenávají data, vytvářejí nejrůznější projekty a tvoří prezentace. Ve skupinových pracích si žáci pomáhají a mohou kompenzovat své případné nedostatky. Žáci tak mají možnost pochopit, že spolupracovat s ostatními se vyplácí. Při práci ve skupinách dochází i k prohlubování komunikačních schopností a kreativity. Vzdělávání STEM umožňuje řešit problémy pomocí kritického myšlení (Mutakinati et al., 2018).

V konceptu STEM vzdělávání se uplatňují přístupy vyučování, které výše uvedené aspekty naplňují a rozvíjejí, konkrétně se jedná se o badatelsky orientované vyučování (viz kapitola 2. 3), projektové vyučování a problémové vyučování (MacDonald et al., 2020).

2. 3 Badatelsky orientované vyučování

Mezipředmětové vztahy jsou často využívány v badatelsky orientovaném vyučování.

Anglické termíny „inquiry-based education“ (IBE), v přírodních vědách pak „inquiry-based science education“ (IBSE) nebo také „inquiry teaching“ či samotné „inquiry“ jsou pojmy označující „badatelsky orientované vyučování“ (BOV). Mareš a Gavora (1999) ve svém anglicko-českém pedagogickém slovníku překládá pojem „inquiry teaching“ jako „vyučování bádáním“ či „objevování“. Samotný překlad anglického pojmu „inquiry“ tedy „bádání, vyšetřování, pátrání“ činní potíž v tom, v jaké závislosti je daný pojem vymezen (Stuchlíková, 2010). V některých pramenech badatelské vyučování bývá označováno termínem „badatelsky orientovaná výuka“ (Dostál & Kožuchová, 2016) nebo pojmem „autentický výzkum“ (Škoda & Doulík, 2009), o „metodě objevování a řízeného objevování“ píše autoři Lokša a Lokšová (2003) a Petty (2013).

2. 3. 1 Proč vzniklo BOV?

Počátky badatelsky orientovaného vyučování (BOV) lze nalézt v 60. letech 20. století ve Spojených státech amerických, kdy na téma „podstata a cíle vyučování“ začala probíhat intenzivní diskuze (Bell & Davis, 2000). Výsledkem této diskuze bylo utvoření a zavádění konstruktivistického vzdělávacího a vyučovacího směru tzv. IBE, IBSE. Dostál a Kožuchová (2016) ve své publikaci zmiňují, že badatelsky orientovaná výuka vychází z teoretických základů konstruktivismu, konkrétně kognitivního konstruktivismu J. Piageta a sociálního konstruktivismu L. S. Vygotského. V Evropě se BOV začalo objevovat v 90. letech 20. století (Vohra, 2000). Papáček (2010a) ve své publikaci spatřuje BOV jako směr, který může přimět nastupující generace k zvýšení zájmu o vzdělávání.

2. 3. 2 Co je principem BOV?

Podle Papáčka (2010b) je BOV jednou z aktivizujících metod problémového vyučování, vycházející z konstruktivismu. Učitel v BOV je průvodcem v aktivním procesu učení, žákům pokládá otázky, které napomáhají žákům nalézat řešení k danému problému. Žáci se při BOV setkávají s formulacemi hypotéz neboli domněnek, s konstrukcí metod řešení a metodikou pro získávání výsledků, následnou diskuzí. Ke konci procesu již žáci docílí k závěrům, žáci tedy podstupují podobný proces, jenž je aplikován při reálném výzkumu (Papáček, 2010b).

Dostál ve své publikaci (2015) zmiňuje, že BOV se do jisté míry překrývá s problémovou metodou, ale přesto jde o dvě různá pojetí výuky.

Podle Johnsona (2009) je hlavním cílem BOV povzbudit žáky tak, aby se sami aktivně zapojili do procesu objevování, a tím získali znalosti, dovednosti a schopnosti. Učitelé by měli žákům zajistit takové podmínky, které podporují samotný proces objevování, a tím i proces učení.

Johson (2009) ve své publikaci pojednává o čtyřech úrovních BOV. Každá úroveň se liší podle toho, do jaké míry učitel zasahuje do procesu bádání a učení. Jednotlivé úrovně jsou popsány níže.

První úrovní BOV je **strukturované bádání** (Structured Inquiry), při tomto bádání je učitel v roli průvodce daného projektu. Učitel žákům klade cílené otázky, navrhuje možná řešení, metody sběru dat a po celou dobu dohlíží na práci žáků. Při laboratorní práci žáci získají od učitele přesný postup práce, nicméně k výsledkům žáci musejí dospět sami. Toto bádání je vhodné pro první kontakt s BOV.

Druhou úrovní BOV je **nasměřované bádání** (Guided Inquiry), kdy jsou žákům podobně jako u strukturovaného bádání pokládány cílené výzkumné otázky, avšak na postup práce si žáci musí přijít sami.

Třetí úrovní BOV je **společné bádání** (Collaborative Inquiry), během tohoto bádání žáci i učitel pracují společně na neznámé úloze a společnými silami se ji snaží vyřešit. Společné bádání je považováno za jednu z nejtěžších úrovní bádání, neboť žáci po celou dobu tohoto bádání nemají k dispozici přesné řešení úkolu.

Čtvrtá úroveň BOV je **otevřené bádání** (Open Inquiry), při kterém žáci sami formulují výzkumné otázky, navrhuji vlastní návrhy řešení a vyvozují důsledky svého vlastního experimentování a závěrem formulují výsledky. Otevřené bádání poskytuje žákům možnost chovat se jako skuteční vědci.

V cizojazyčné i v české literatuře lze však dohledat i jiné úrovně či formy bádání u BOV.

2. 4 Využití STEM přístupu a BOV ve výuce přírodopisu

Jak bylo již výše psáno, koncept STEM zahrnuje prvky BOV. V mezinárodním kontextu se s pojetím STEM vzdělávání lze setkat především ve Spojených státech amerických, v Austrálii, v některých asijských státech a dnes i v Evropě. V rámci pojetí STEM je možné řešit technické úlohy pomocí mezipředmětových vztahů a to např. v hodinách přírodopisu, fyziky, chemie či informatiky. Nebo např. řešit úlohy založené na matematických výpočtech v jiných hodinách než pouze v matematice (Dostál & Kožuchová, 2016).

Podle Dostála a Kožuchové (2016) je pro BOV a koncept STEM vhodné využívat školní zahrady (pozemky), kde lze skloubit mezipředmětové vztahy zejména přírodopisu a technických předmětů. Neboť při práci na školní zahradě žáci prakticky využívají znalosti např. z fyziky jako je princip jednozvrtné páky u zahradního kolečka pro převážení materiálu. Görgülü a Meço (2021) ve svém článku „A New Application in Biology Education: Development and Implementation of Arduino-Supported STEM Activities“ píší o využití stavebnice Arduino ve výuce přírodopisu v tématech jako je lidské tělo.

V České republice vyšlo i několik dětských populárně-naučných publikací zabývajících se pojetím STEM, např. Matematika nás baví! (Stuart, 2018a), Přírodní vědy nás baví! (Stuart, 2018b), Technika nás baví! (Arnold, 2018).

2.4 Učebnice

Školní učebnice jsou knižní publikace, které slouží k didaktické komunikaci, jejímž cílem je vést čtenáře k učení. Učebnici lze charakterizovat různým způsobem, a to jako publikaci, jež má za funkci předkládat plánovaný obsah vzdělávání daného předmětu. Učebnici lze také popsat jako základní a vyučovací učební prostředek, jedná se tedy o informační zdroj pro žáky a učitele, který skýtá podklady pro vypěstování rozumových a praktických dovedností (Průcha et al., 2013). V publikaci od autorů Kalhous a Obst (2002) je učebnice charakterizovaná jakožto prostředek komunikace žáka, učitele s učivem. Podle Řeháka (1967) učebnice obsahují elementární výklad učiva, který si mají žáci osvojit. Hned po učiteli jsou hlavním zdrojem pro získávání informací a jejich upevnování, a to především v domácí přípravě. Dále učebnice přispívají k věcnému vyjadřování žáka a slouží i jako návyk na odbornou frazeologii (Řehák, 1967). Školní učebnice, stejně tak i příručky a atlasy jsou řazeny mezi literární učební pomůcky, mající za úkol usnadnit proces učení (Maňák, 1995).

Funkci učebnice lze rozdělit do dvou funkcí, a to na funkci didaktickou a organizační. Do funkce didaktické jsou řazeny funkce informativní, formativní a metodologická, které zprostředkovávají informace o učivu, formují žáky z hlediska vnitřních hodnot a metod poznání. Funkce motivační, plánovací, kontrolní a sebekontrolní pojímá funkce organizační (Kalhous & Obst, 2002). Maňák (2008) také zmiňuje, že tradiční školní učebnice mají své specifikum, a to ve formě univerzálnosti, mnohofunkčnosti a nezávislosti na dalších zdrojích.

V tuto chvíli se na českém trhu nachází velké množství učebnic pro základní školy (ZŠ). Mezi nakladatelství, která vydávají učebnice přírodopisu pro druhý stupeň ZŠ patří např.: Fortuna, Fraus, Jinan, Nová škola, Prodos, Scientia, SPN, Taktik. Učebnice nejčastěji vycházejí v ucelených řadách (od 6. do 9. ročníku) společně s pracovním sešitem a příručkou pro učitele.

Učebnice jsou také zájmem pedagogických výzkumníků, kteří zjišťují didaktické parametry českých učebnic, jako jsou témata zaměřena na: obtížnost textu učebnic, metodologické problémy spojené s hodnocením a analýzou učebnic, problematiku tvorby, hodnocení a užívání učebnic ve výuce na základních školách z hlediska potřeby a možnosti žáků a učitelů (Knecht & Janík, 2008).

Analýzou přírodovědných učebnic pro základní vzdělávání z hlediska mezipředmětových vztahů se zabývají bakalářské práce např. (Pechová, 2021), (Škardová, 2015), (Valáriková, 2020).

Škardová (2015) se ve své bakalářské práci zaměřila na učebnice přírodopisu ze šesti nakladatelství (Fortuna, Fraus, Jinan, Prodos, Scientia, a SPN). Z provedených analýz 25 učebnic přírodopisu bylo zjištěno, že se v každé učebnici vyskytují vztahy mezi biologií a chemií, fyzikou a zeměpisem. Nejvíce mezipředmětových vztahů bylo nalezeno v učebnicích od nakladatelství Fraus. Nejméně mezipředmětových vztahů bylo zpozorováno v pětidílném souboru učebnic od nakladatelství Fortuna, které klade důraz na vztahy mezi organismy a učivo je pojato ve formě jednotlivých ekosystémů, kdežto ostatní nakladatelství pojmají učebnice formou systematického přístupu. Témata s největším výskytem zřetelných mezipředmětových vztahů byla nalezena v kapitolách: Biologie člověka, Zoologie, Buňka (Škardová, 2015).

V této práci jsou z hlediska mezipředmětových vztahů analyzovány texty nových učebnic přírodopisu z nakladatelství Taktik, Nová škola (viz kapitola 4.1) na základě hlubšího vhledu do problematiky STEM.

3 Metodická část

3.1 Rozhovor

Rozhovor patří mezi nejpoužívanější metody využívané v pedagogickém a psychologickém výzkumu (Skutil, 2011). Pomocí správně vedeného rozhovoru lze zachytit fakta, a také možnost hlouběji nahlédnout do dané problematiky (Gavora, 1996). Rozhovor je možné aplikovat při zjišťování specifických a podrobných informací o osobních zájmech (např. jaký má dotazovaná osoba názor na danou problematiku), o hodnotových postojích (např. zda dotazovaná osoba s něčím souhlasí), o jejich preferencích (např. co potřebují, čeho si cení) (Maňák et al., 2005). Gavora (1996) ve své publikaci dělí rozhovory na:

- strukturované: otázky a možnosti odpovědí jsou dopředu připravené,
- polostrukturované: otázky jsou jednak předem připravené, jednak výzkumník vymýšlí doplňující otázky v průběhu rozhovoru,
- nestrukturované: jedná se o dialog bez připravených konkrétních otázek, výzkumník usměrňuje směr rozhovoru.

Pro tuto práci byl aplikován polostrukturovaný rozhovor sloužící k získání detailních a komplexních informací o využívání mezipředmětových vztahů ve výuce přírodopisu na druhém stupni ZŠ.

Polostrukturovaný rozhovor byl proveden se čtyřmi respondenty, kteří byli seznámeni se strukturou prováděného rozhovoru a jeho tematickým zaměřením. Konkrétně se jednalo o paní učitelky ze čtyř různých škol z Jihočeského kraje, které byly vybrány na základě délky praxe ve školství. První respondent vyučuje třetím rokem na základní škole v Jindřichově Hradci. Druhý respondent je paní učitelka s délkou praxe 14 let, vyučující v Chlumu u Třeboně. Třetí respondent vyučuje v Třeboni, jedná se o pedagožku s délkou pedagogické praxe 21 let. Čtvrtým respondentem byla paní učitelka s délkou praxe 12 let, vyučující v Českých Budějovicích. Všichni respondenti mají vystudovaný přírodopis/biologii a další aprobaci (např. chemie, tělesná výchova, zeměpis).

Polostrukturovaný rozhovor probíhal prezenční formou a byl nahráván na diktafon se souhlasem respondenta. Každému respondentovi bylo položeno 17 předem připravených otázek (viz Příloha 1). V průběhu rozhovoru byly kladeny otázky doplňující. Délka rozhovoru se pohybovala v rozmezí 40 minut až 60 minut.

Výstupy z jednotlivých rozhovorů jsou zaznamenány v kapitole 4. 2.

3.2 Návrhy a realizace výukových jednotek

Na základě analýzy mezipředmětových vztahů v 10 vybraných učebnicích přírodopisu (viz kapitola 4. 1) a rozhovorů s učitelkami ze základních škol (viz kapitola 4. 2) byly vytvořeny návrhy čtyř výukových jednotek: „Sloni – zaostřeno na chobot“, „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ a „Krása motýlích křídel“, „Jak se množí bakterie?“ a „Pozor! Patogenní bakterie útočí“, „Houby, houby, houbičky“, „Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“ a „Houby aneb co skrývá plodnice?“ (viz kapitola 4. 3).

V každém návrhu výukové jednotky jsou zaimplementovány mezipředmětové vztahy spjaté s konkrétním tématem. Každý návrh výukové aktivity zahrnuje metodická doporučení, kde se vyučující dozví o:

- zaměření vyučovací jednotky,
- využití pracovního listu (PL),
- cílové skupině, pro kterou je PL určen,
- zařazení do výuky,
- časové náročnosti,
- vzdělávacích cílech,
- prvcích STEM a návaznosti na aktuální RVP ZV (2021).

Součástí návrhů výukových jednotek jsou i vypracovaná autorská řešení, která poskytují různé typy, zajímavosti a odkazy na zdroje, kde se lze o dané problematice dozvědět více. Pro větší přehlednost, jsou literární a internetové zdroje vztahující se k danému tématu a obsahu výukových aktivit uvedeny přímo v návrhu výukové jednotky v samostatné kapitole.

Vybrané vytvořené návrhy („Jak se množí bakterie?“, „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“, „Houby aneb co skrývá plodnice?“) byly vyzkoušeny ve třech šestých třídách na základní škole v Jindřichově Hradci (viz kapitola 5), po realizaci proběhlo zhodnocení.

4 Výsledky

4.1 Analýza textu nových učebnic přírodopisu

Analýza textu učebnic byla zaměřena na mezipředmětové vztahy zejména z pohledu problematiky STEM v učivu přírodopisu. Šetření bylo podrobena 10 učebnic ze dvou nakladatelství: Nová škola, Taktik. Jednotlivé výsledky analýz textů přírodovědných učebnic konkrétních nakladatelství jsou zaznamenány v následujících kapitolách.

4. 1. 1 Nakladatelství Taktik

V následujících kapitolách jsou blíže rozepsány analýzy učebnic: Hravý přírodopis 6 (Žídková & Knůrová, 2017), Hravý přírodopis 7 (Peterová et al., 2018), Hravý přírodopis 8 (Žídková & Knůrová, 2018), Hravý přírodopis 9 (Žídková & Knůrová, 2019).

Hravý přírodopis 6

Učebnice Hravý přírodopis 6 je určena pro žáky 6. ročníku ZŠ a žáky víceletých gymnázií. Hravý přírodopis 6 je rozdělen do následujících hlavních kapitol: Planeta Země, Život na Zemi, Buňka, Mikroorganismy, Rostliny a houby, Živočichové – bezobratlí. V učebnici se nachází slovníček pojmů a laboratorní práce.

Hravý přírodopis 6 z hlediska mezipředmětových vztahů obsahuje prvky spjaté s matematikou, chemií, fyzikou, technikou, zeměpisem (např. kapitola Planeta Země pojednává o vzniku vesmíru a Zemi, stavbě sluneční soustavy, stavbě Zemi, dále jsou zde popsány zemské sféry), dějepisem (např. úloha: „Vyhledejte uvedená data: 4. 10. 1957, 3. 11. 1957, 12. 4. 1961, 2. 2. 1978.“, kapitola Buňka obsahuje informace o známých přírodovědcích zabývajících se buněčnou teorií), českým jazykem (např. úloha: „Kdo je autorem Knížky Ferdy Mravence?“).

Učivo z matematiky se projevuje napříč všemi kapitolami, např. v kontextu počtu druhů (př. houby jsou tvořeny více než 100 000 druhů), desetinných čísel (např. obvyklá velikost buňky je 0,01 až 0,1 mm), procent (např. 78 % dusíku, 21 % kyslíku, 1 % dalších plynů), grafů (např. rozložení vody na Zemi), geometrických tvarů (např. čtyřhranky, válcovité tělo, kruhové přísavky, kruhové tělo), stupňů (např. spory snesou vyšší teplotu než 100 °C).

Z chemického hlediska učebnice zahrnuje převážně pojmy spjaté s procesem fotosyntéza (např. oxid uhličitý, voda, anorganické látky, chlorofyl, glukóza, organické látky, kyslík, karotenoidy, xantofyly, fykoerytrin, fykocyanin, hořčík) a další pojmy: aminokyseliny, amoniak, nikl, křemík, tuky, bílkoviny, metabolismu, atom, molekula, enzymy, nukleové kyseliny, toxiny, luciferin, ozon, aflatoxin, kvašení, vitamín B, neurotoxin, kyanovodík, uhličitán vápenatý, kyselina octová, hemoglobin, hemocyanin, hormony, ekdyson, kantaridin. V učebnici je i popsán pokus s názvem „Z čeho se skládají ulity?“.

Učivo z fyziky je v učebnici zakomponováno v těchto pojmech: gravitační síla, teplota, ultrafialové záření, světlo, skupenství, pohyb, energie, radioaktivní záření, rychlost, síla, zvuk a tření.

Pojmy jako dalekohled, mikroskop a binolupa lze řadit do techniky.

Hravý přírodopis 7

Učebnice Hravý přírodopis je doporučena pro sedmý ročník ZŠ a pro žáky víceletého gymnázia. Učebnice je rozdělena do hlavních kapitol: Opakování ze 6. ročníku 1, Strunatci, Botanika, Opakování ze 6. ročníku 2, Společenstva. V příloze nechybí laboratorní práce.

V Hravém přírodopisu 7 byly nalezeny mezipředmětové vztahy spjaté s konceptem STEM: s matematikou, chemií, fyzikou. V učebnici byly také nalezeny mezipředmětové vztahy s dějepisem (např. v kapitole botanika: pětiletá růže u pánů z Rožmberka), zeměpisem (např. v kapitole strunatci: Sargasové moře v souvislosti s úhoří).

Matematika byla v učebnici zastoupena např. v souvislosti s následujícími jevy: osová souměrnost (např. dvoustranná souměrnost u strunatců), velikost a hmotnost živočichů a rostlin (např. žralok velrybí délka až 18 m, štika měří až 1 m a váží 25 kg), rychlost živočichů (např. pštros dvouprstý běží rychlostí až 100 km/hod.), úhly (např. sova otočí hlavu o 270 °), lichých a sudých číslech, počtu druhů (např. 40 000 druhů řas). Kapitola Botanika obsahuje úkol: „Zvažte vysušený mechový polštář a změřte jeho plochu. Poté jej nechte nasát vodou, okapat, a znovu ho zvažte. Kolik gramů vody mech nasákne na 1 cm² plochy? Kolik na plochu vaší třídy?“.

Učivo z fyziky se projevuje v jevech a v pojmech jako jsou: pohyb, teplota, tlak, elektrické vlnění, elektrický výboj, zvuk, vibrace, optika, rychlost, zvukové vlny, tyto pojmy se převážně vyskytovaly v kapitole Strunatci.

Učivo z chemie bylo v učebnici zakomponováno prostřednictvím pojmů: jod, voda, vápník, kyslík, bílkoviny, minerální látky, metabolismus, toxiny, keratin, organické látky, oxid uhličitý, glukóza, chlorofyl, fykoerytrin, fykocyanin, fukoxantin. Nejčastěji se zmiňované pojmy objevovaly v kapitole Botanika. Kapitola Botanika také poskytuje podrobný návod na pokus: „Jak rostliny reagují na světlo“?

Hravý přírodopis 8

Učebnice Hravý přírodopis 8 je určena žákům osmých tříd ZŠ a pro žáky víceletého gymnázia. Navazuje na předchozí díl Hravý přírodopis 7. Hlavními kapitolami v této učebnici jsou: Opakování ze 7. ročníku, Úvod do biologie člověka, Anatomie a fyziologie člověka, Vývin jedince, Genetika a První pomoc. Přílohu tvoří laboratorní práce.

Učebnice z hlediska mezipředmětových vztahů obsahuje prvky spjaté s matematikou, chemií, fyzikou a technikou.

Matematika se projevuje napříč všemi kapitolami, nejčastěji v kontextu velikosti daných orgánů (např. tenké střevo je dlouhé 3 až 5 m), výšky, váhy a objemu mozkovny předků člověka (např. Australopiték výška od 125 cm až 150 cm, váha 35–50 kg, objem mozkovny 400–600 cm³), grafů a procent (např. procentuální zastoupení krevních skupin v České republice: skupina A 45 %, skupinu 0 30–35 %, skupina B 15–20 %, skupina AB 5–7 %), časových údajů (např. klidový tep dospělého zdravého člověka 70 tepů za minutu), stupňů (např. teplota jater 40 až 41 °C), geometrických tvarů (např. kost holenní má na průřezu trojúhelníkový tvar, dále zmínka o hraně kosti). Učebnice obsahuje cvičení týkající se měření tepu, laboratorní práce s názvem antropometrie (měření nejrůznějších částí těla pomocí svinovacího krejčovského metru a pravítka), laboratorní práce lateralita (měření času při přesouvání korálek do zkumavek).

Učivo chemie se v Hravém přírodopisu 8 objevuje jak z oblasti anorganické, tak i organické chemie. Nejčastěji se v učebnici objevují názvy prvků, hormonů, bílkovin, sacharidů a vitamínů. Nejvyšší zastoupení chemických názvů bylo nalezeno v podkapitolách Trávicí soustava a Metabolismus. Je zde vysvětlen rozdíl mezi katabolismem a anabolismem.

Učivo fyziky v této učebnici bylo zmíněno konkrétně u svalové soustavy, kdy autoři učebnice činnost svalů připodobňují k principu kladky, následně je tato informace doplněna třemi názornými obrázky. V učebnici se nachází pojmy jako je tlak, podtlak, gravitace, pohyb, kmitání, čočka a světlo.

V Hravém přírodopisu 8 se vyskytuje technické vybavení jako je tonometr, EKG, fonendoskop, spirometr.

Hravý přírodopis 9

Učebnice Hravý přírodopis 9 je určena žákům devátých tříd ZŠ a žákům víceletých gymnázií. Učebnice navazuje na učebnici Hravý přírodopis 8. Učebnice je rozdělena do hlavních kapitol: Opakování z 8. ročníku, Geologické vědy, Mineralogie, Petrologie, Geologické děje, Geologický vývoj území ČR, Půda, Geologické dějiny Země, Ekologie. V učebnici nechybí ani inspirace pro laboratorní práce.

V učebnici jsou zastoupeny mezipředmětové vztahy převážně z těchto oblastí: matematika, chemie, fyzika, zeměpis (např. litosférické desky, poruchy zemské kůry, půda, mapy: mapa výskytu hořlavých organogenních hornin v ČR, geologická mapa ČR, naleziště stříbra: Mexiko, Peru, Kanada, úloha: „Najděte v atlase jednotlivé středooceánské hřbety.“), dějepis (informace o původu tolaru a groši, carská rodina a „neprůstřelné vesty“, výtvarná výchova (např. vytvořte model vrásového pohoří, vyrobte ze sádry zkameněliny, zmínka o Burianovi). Učebnice navíc obsahuje různé zajímavosti a návody na vhodné pokusy.

V Hravém přírodopisu 9 jsou z učiva matematiky zahrnuty tyto pojmy: rovina souměrnosti, osa souměrnosti, střed souměrnosti, úhly (např. 120° , 90°), desetinná čísla (např. tvrdost zlata je 2,5, grafitu 1,2), krystalové soustavy (např. trojklonná, jednoklonná, kosočtverečná, čtverečná, šesterečná, krychlová soustava), kolmost, grafy (např. graf ekologické valence, složení vzduch), procenta (např. 78 % dusíku, 21 % kyslíku, 1 % ostatní).

Učivo z chemie a fyziky je v učebnici zastoupeno ve velké míře, neboť mineralogie má k těmto předmětům blízko. V učebnici se nacházejí tyto chemické pojmy: prvky (např. uhlík, zlato, stříbro, síra, rtuť, platina, měď), krystalizace, atomy, ionty, molekuly, slitiny, kovy, nekovy, barevné zkoušky plamene, úloha: „Jaké je chemické označení hašeného

a páleného vápna?“, „Zjisti, jak se vyrábí tzv. vápenné mléko.“, pokus: „Reakce kyseliny chlorovodíkové s vápencem“).

Učebnice obsahuje pojmy z učiva fyziky např.: tření, hustota, propustnost, lom, elektrická vodivost, tepelná vodivost, magnetismus, radioaktivita, tlak, gravitace, radioaktivní záření, ultrafialové záření, viditelné světlo, infračervené záření, úloha: „Podle vyhledané hustoty vypočítejte, kolik by vážila krychle s hranou 10 cm u křemene, stříbra a zlata.“.

4. 1. 2 Nakladatelství Nová škola

V této kapitole jsou detailněji rozepsány analýzy učebnic ucelené řady od nakladatelství Nová škola, konkrétně se jedná o tyto tituly: Přírodopis 6, 1. díl - Obecný úvod do přírodopisu (Musilová et al., 2018), Přírodopis 6, 2. díl - Bezobratlí živočichové (Vlk & Kubešová, 2018), Přírodopis 7, 1. díl – Strunatci (Rychnovský et al., 2021), Přírodopis 7, 2. díl – Botanika (Hedbávná, 2021), Přírodopis 8 (Drozdová et al., 2016), Přírodopis 9 - Geologie a ekologie (Matyášek & Hrubý, 2018).

Přírodopis 6, 1. díl - Obecný úvod do přírodopisu

Tato učebnice je první učebnicí z ucelené řady pro výuku přírodopisu od nakladatelství Nová škola. Učebnice je rozdělena na hlavní kapitoly: Země a život na ní, Projevy a potravní vztahy živých organismů, Buňka jako stavební kámen života, Třídění organismů. Ke konci učebnice jsou zařazeny i laboratorní práce.

Učebnice obsahuje mnoho mezipředmětových vztahů z oblasti: matematiky, chemie, fyziky, techniky, zeměpisu (např. Kapitola Země a život na ní pojednává o vzniku Země a vesmíru, jsou zde popsány zemské sféry., úloha: „Zjistěte, jakého průměrného věku se dnes dožívají muži a ženy v ČR.“), výchovy ke zdraví (např. úloha: „Jak si v létě chráníme kůži a oči před dopadajícím UV zářením?“), vznik zubního kazu, první pomoc při otravě houbami), českého jazyka (např. úloha: „O životě našich pravěkých předků psal Eduard Štorch. Vzpomenete si na název některé z jeho knih?“), výtvarné výchovy (např. úloha: „Sestavte potravní pyramidu z obrázků a nalepte ji na arch papíru.“), dějepisu (úloha: „Kde se stavěly pyramidy?“), historické „okénko“ o mikroskopu a přírodovědcích), občanské výchovy (např. Některé houby způsobují halucinace.). V učebnici nechybí ani anglická a německá slovíčka.

Učebnice poskytuje velké množství informací z učiva matematiky: desetinná čísla (např. buňky mají velikost 0,01 mm do 0,1 mm), grafy (např. složení atmosféry), procenta (např.

78 % dusíku, 1 % ostatní složky, 21 % kyslíku), čísla obsažená v názvu (např. prvohory, druhohory, třetihory, čtvrtohory), informace o počtu druhu (např. existuje asi 19 000 druhů lišejníků). V učebnici nechybí ani úlohy např: „Lidské tělo je ze dvou třetin tvořeno vodou. Vypočítejte, kolik kg z hmotnosti vašeho těla tvoří voda.“, „Kolik cukru vyprodukují všechny rostliny na světě za jeden rok? Je to asi 150 bilionů tun. Kolik bude mít toto číslo nul?“, „Spočítejte počet svých vdechů a výdechů za 1 minutu v klidu a po 20 dřepch. Srovnajte výsledky a sledujte, kdy se počet vdechů a výdechů zvýšil.“.

V prvním dílu učebnice Přírodopis 6 je kladen důraz z oblasti chemie na téma fotosyntéza např. úloha na téma: „Důkaz fotosyntézy.“. V učebnici se vyskytují tyto pojmy: anorganické a organické látky, chlorofyl, voda, kyslík, vodík, oxid uhličitý, škrob, dusík, křemík, hliník, železo, zlato, cukry, tuky, bílkoviny, vápník a DNA.

Z učiva fyziky učebnice obsahuje tyto pojmy: teplota, energie, světlo, teplo, ultrafialové záření, skupenství, optika, pohyb, zvuk, rychlost a také úlohu: „Jak se nazývá síla, která způsobuje, že planeta Země neodletí do vesmíru, ale krouží po své dráze kolem Slunce?“.

Kapitola Buňka jako stavební kámen života zahrnuje dalekohled a mikroskop, tyto nástroje lze zařadit do techniky.

Přírodopis 6, 2. díl - Bezobratlí živočichové

Tento druhý díl učebnice navazuje na první díl učebnice Přírodopis 6 a je určen opět pro žáky 6. ročníku ZŠ a žáky víceletých gymnázií.

Učebnice obsahuje tyto hlavní kapitoly: Informační přehled, Suchozemské ekosystémy v ČR, Parazité, Vodní ekosystémy v ČR, Cizokrajné ekosystémy. Ke konci učebnice jsou protokoly k laboratorním pracím.

V druhém dílu Přírodopis 6 jsou zakomponovány mezipředmětové vztahy z těchto oblastí: matematika, chemie, fyzika, zeměpis (např. „Jak dělíme vodní nádrže podle způsobu jejich vzniku.“), dějepis (např. brambory pocházejí z Ameriky), čeština (např. Jan Karafiát kniha Broučci, Ferda Mravenec od Ondřeje Sekory, úkoly: „Víte, kdo napsal známou báseň „Stonožka“?, „Jakým synonymem označujeme úly?“), výchova ke zdraví (např. „Jak poznáte, že máte vši?“, „Jak správně odstranit přisáté klíště z pokožky?“). Anglická a německá slovíčka jsou na každé straně.

Učivo matematiky se v učebnici vyskytuje pomocí těchto pojmů: osová souměrnost (např. ploštenci jsou dvoustranně souměrní), geometrické tvary (např. válcovité tělo), desetinná čísla (př. roupice jsou velké 0,5 až 1 cm), 4 páry kráčivých končetin, 2 páry blanitých křídel, končetiny jsou 3x až 5x delší než tělo, na 1 m² žije asi 20-80 žížal. Učebnice disponuje i matematickou úlohou: „Na výrobu 1 kg medu musí včely navštívit až 64 milionů květů. Jedna včela za den sesbírá nektar asi z 10 000 květů. Vypočítejte, kolik dní (let) by musela žít jedna včela, aby vyrobila 1 kg medu.“

Přírodopis 6, 2. díl obsahuje pojmy z učiva chemie např. voda, filtrace, kyslík, uhličitán vápenatý, chitin, organické látky, anorganické látky, oxid uhličitý, hemoglobin.

Pohyb, tření a zvuk, to jsou pojmy z učiva fyziky.

Přírodopis 7, 1. díl – Strunatci

Učebnice Přírodopis 7, 1. díl - Strunatci navazuje na učebnici Přírodopis 6. V prvním dílu učebnice Přírodopisu je učivo rozděleno do následujících hlavních kapitol: Opakování učiva 6.ročníku, Úvod – co jsou strunatci, Třídění strunatců, Organismy v ekosystémech, Suchozemské ekosystémy v ČR, Lidská obydlí a jejich okolí, Cizokrajné ekosystémy.

V učebnici jsou zařazeny mezipředmětové vztahy ve formě extra piktogramů, které upozorňují na učivo jiných předmětů např. chemie, fyzika, matematika, zeměpis (např. Sargasové moře a úhoří), český jazyk (např. úlohy: „Vysvětli pojmy kavalérie, kavalír, a kavalec.“, pravopis: „Proč je ve slově lyska y?“), dějepis (např. „Uved' významné zakladatele rybníků v ČR.“), výchova ke zdraví (př. první pomoc při uštknutí). Navíc na každé straně jsou umístěna slovíčka z angličtiny a němčiny týkající se daného tématu.

Matematika v učebnici byla zastoupena zmínkou o geometrických tvarech (např. kruhové přísavky), v počtech druhu (např. ryb je 24 000 a 80 % jsou mořské ryby), v hmotnosti a délce živočichů (př. hmotnost rejska jsou 5 g, kytovci až 150 tun, mřenka mramorová měří 15 cm), lichých číslech, sudých číslech. Kapitola Třídění strunatců obsahuje tyto úlohy: „Vypočítej, kolik vajíček nakladou ropuchy do jezírka, když víte, že jeden rosolovitý obal obsahuje 230 vajíček a jedena ropucha naklade 22 rosolovitých obalů. Toto jaro bylo u jezírka 30 samic a 43 samců ropuch.“, „V 60. letech 20. století se v ČR ulovilo asi 60 000 kusů lasice kolčavy. Dospělý jedinec lasice kolčavy denně uloví

průměrně dva hraboše. Vypočítejte, o kolik by mohly tyto ulovené lasice kolčavy snížit počty hrabošů za jeden rok.“, „Odhadněte počet holubů na náměstí. Každý holub ročně vyprodukuje 2,5 kg trusu. Kolik trusu tito holubi za rok vyprodukují?“.

Chemické pojmy v učebnici Přírodopis 7, 1. díl jsou obsaženy napříč kapitolami: filtrace, voda, vzduch, anorganické látky, organické látky, fotosyntéza, kyselina močová, batrachotoxin.

Pojmy z fyziky zastoupené v učebnici: tlak, elektrický výboj, energie, teplota, ultrazvukové vlny, rychlost.

Přírodopis 7, 2. díl – Botanika

Učebnice Přírodopis 7, 2. díl navazuje na první díl učebnice Přírodopis 7. Tato učebnice je rozčleněna na následující hlavní kapitoly: Úvod – říše: rostliny, Informační přehled, Suchozemské ekosystémy v ČR, Cizokrajné ekosystémy, Léčivé a jedovaté rostliny, Ochrana rostlin.

Učebnice obsahuje mezipředmětové vztahy např. s matematikou, chemii, fyzikou, češtinou (např. úloha: „Znáte další význam slova kořen?“), zeměpisem (úloha: „Meruňky pocházejí z Malé Asie, broskvoně z Číny. Na kterém kontinentu se tyto oblasti nacházejí a ukažte na mapě.“), dějepisem (př. úloha: „Odkud pochází tzv. Věstonická venuše?“), hudební výchovou (např. úloha: „Připomeňte si text naší státní hymny. Které ekosystémy jsou v ní zmíněny?,,).

Druhý díl Přírodopisu 7 obsahuje velké množství matematických úloh např. „Co jsou to sudá a lichá čísla? Odvoďte, které listy se nazývají lichozpeřené a které sudozpeřené.“, „Vyhodnoťte pokusy s klíčením rostlin. Vyjádřete zlomkem nebo procenty, jaká část z původního počtu semen vyklíčila. Vytvořte grafy. Můžete pokusy vyhodnotit na počítači.“, „Buk vyprodukuje za rok tolik kyslíku, kolik spotřebuje 10 lidí za rok. Kolik buků vyprodukuje roční spotřebu kyslíku pro žáky vaší třídy?“. V textu nechybí ani zmínka o geometrických tvarech (př. válcovitý, čtyřhranný, trojhranný tvar stonku), ani informace o velikosti rostlin (např. viktorie královská má průměr listu 2 metry).

Z chemického hlediska učebnice zahrnuje převážně pojmy spjaté s procesem fotosyntéza např. organické látky, anorganické látky, oxid uhličitý, voda, cukr, chlorofyl, kyslík, hořčík. Dále také kyselinu šťavelovou, vitamin C, železo a bílkoviny.

Z učiva fyziky je v této učebnici zmíněno záření, zemská přitažlivost, teplo, ale také i úlohy: „Navrhnete pokus, kterým dokážete zvětšení objemu a hmotnosti semen po nabobtnání.“, „Postavte se na židli a spusťte z výšky několik smrkových nebo borových semen. Letí přímo k zemi? Zakreslete dráhu jejich letu a vysvětlete, jaký má tento způsob pohybu semen pro jehličnany význam.“.

Přírodopis 8: Biologie člověka

Tato učebnice je určena pro žáky osmých tříd ZŠ. Navazuje na učebnice Přírodopis 7, první a druhý díl. Přírodopis 8 je rozdělen do několika hlavních kapitol: Opakování 6. a 7. ročníku, Úvod do biologie člověka, Vývoj člověka, Variabilita člověka, Anatomie člověka, Období lidského života, Genetika, Člověk a zdraví, Shrnutí. Příloha zahrnuje první pomoc a laboratorní práce.

Jednotlivé kapitoly obsahují mezipředmětové vztahy, které jsou piktogramem u daného textu vždy vyznačeny. Každý list v učebnici Přírodopisu 8 zahrnuje slovíčka v angličtině i němčině.

V souvislosti s konceptem STEM se v této učebnice vyskytují mezipředmětové vztahy s matematikou, chemií, fyzikou a technikou. Navíc jsou zde i mezipředmětové vztahy se zeměpisem, výchovou ke zdraví, tělocvikem, dějepisem i českým jazykem.

Matematika je v této učebnici přírodopisu obsažena např. ve speciálních úlohách (např. „Ověřte, zda platí: délka chodidla = přibližně 15 % tělesné výšky člověka.“, „Spočítej počet všech kostí ruky a porovnej s celkovým počtem kostí na horní končetině.“, „Vypočítejte, kolik cigaret vykouří kuřák, který denně spotřebuje krabičku (20 ks) cigaret. Kolik peněz za rok utratí? Kdyby nekouřil, mohl by za stejné peníze jet na dovolenou k moři?“). Učebnice je doplněna o názorné grafy a tabulky, nechybí zde ani procenta či údaje o velikosti (např. výška ledviny je 12 cm a šířka 5 cm), tělesné výšce (např. kapitola vývoj člověka), objemem (př. objem močového měchýře je 500–700 ml),

časové údaje (např. praprimáti žili před 65 miliony lety), stupně (např. kapitola anatomie člověka).

Chemické pojmy se nejvíce vyskytovaly v hlavní kapitole anatomie člověka, konkrétně v podkapitole trávicí soustava a výživa, jednalo se o tyto pojmy: sacharidy, tuky, bílkoviny, vitamíny, minerální látky, voda, vápník, fluorid, glykogen, bilirubin, škrob, inzulin, enzymy, hormony, minerální látky, fruktóza, glukóza, aminokyseliny, chlor, železo, fosfor, draslík, molybden, selen, vanad. V této podkapitole byl zmíněn i speciální úkol: Uveďte značky chemických prvků.

Nejfrekventovanějším slovem ohledně učiva z fyziky je v učebnici Přírodopisu 8 slovo pohyb. Další pojmy jsou: rentgenové záření, tlak, kmitání, frekvence, energie, kondenzace, UV záření, teplota, rychlost, optika, zvuková vlna, ultrazvuk a infrazvuk.

Technické pojmy se vyskytovaly jen zřídka např. přístroj na rozbor krve, tonometr, elektrokardiograf, kardiostimulátor, zubní rentgen, inkubátor, baby box.

Přírodopis 9 - Geologie a ekologie

Učebnice Přírodopis 9 je určená žákům devátých tříd a víceletých gymnázií, završuje ucelenou řadu přírodovědných učebnic pro ZŠ. Učebnice je rozdělena do následujících hlavních kapitol: Opakování učiva 8. ročníku, Úvod do studia geologie, Minerály (nerosty), Horniny, Půda a voda, Dějiny Země, Regionální geologie ČR, Ekologie. Součástí učebnice jsou i laboratorní práce.

Tato učebnice obsahuje velké množství mezipředmětových vztahů spjaté s učivem chemie a se zeměpisem (např. téma: sluneční soustava, vznik Země a vesmíru, geosféry Země, litosférické desky, sopky, sopečná činnost, tektonické poruchy, podzemní voda, pramen, úlohy: „Vyhledejte v atlase nejvyšší pohoří a nejhlubší příkopy.“, „Vyhledejte, kde se u nás dříve grafit těžil.“, „Kde pramení řeka Labe, Vltava, Ohře, Odra, Morava?“).

Místy se v učebnici vyskytují vztahy spojené s učivem českého jazyka (např. úloha: „Který spisovatel proslul příběhy ze zlatokopeckého prostředí na Aljašce? Co víte o „zlaté horečce?“), dějepisu (např. historie o těžbě stříbra, informace o spojitosti soli a názvu silnice a platu, osud Pompejí, úlohy: „Co byly kamenné sekáče?“, „Kdy začala doba železná a kdy doba bronzová?“, „Které výrobky z bronzu používali pravěcí lidé v době

bronzové“), výchovy ke zdraví (př. úloha: „Které nemoci přenáší klíště obecné?“). Učebnice čtenářům poskytuje i anglická a německá slovíčka k danému tématu.

V Přírodopisu 9 bylo učivo matematiky zastoupeno např. v těchto oblastech: desetinná čísla (např. živec a kalcit mají hustotu 2,6 až 2,7 g/cm³, Země je stará 4,6 miliardy let), počet druhů (např. je známo přes 4000 druhů minerálů), procenta (např. průměrný obsah soli 20–30 %), stupně (např. povrch Slunce má teplotu 6000 °C), grafy (např. „Zastoupení prvků v lidském těle“, „Vývoj počtu obyvatel na Zemi“), úhel (např. otočení o 360°), rovina souměrnosti, osa souměrnosti, střed souměrnosti, průsečík, krystalové mřížky: trojklonná, jednoklonná, kosočtverečná, čtverečná, šesterečná, krychlová.

Učebnice obsahuje velké množství pojmů z učiva chemie, neboť minerály jsou charakterizovány jejich chemickým složením a krystalovou strukturou. V textu se často vyskytují např. tyto pojmy: radioaktivita, grafit, sulfidy, nekovy, síra, stříbro, platina, měď, uhlík, slitina, zinek, oxid siřičitý, disulfid železnatý, bronz, mosaz, olovo, sulfid olovnatý, fluorit, polytetrafluorethylen, freony, radium, uran, kyseliny, koncentrace, rozpustnost, kyselina chlorovodíková, lučavka královská, kyselina dusičná, úlohy: „Jaké jsou vlastnosti kyseliny sírové a jaké její využití?“, „Proč se v zimních měsících používá na údržbu vozovek sůl?“, „Co je chemický prvek? Uveďte příklady.“ „Jaké mají slitiny bronz a mosaz složení?“, „Jak reaguje oxid uhličitý s vodou?“, pokus: „Reakce s kyselinou chlorovodíkovou s minerálem“.

Učivo fyziky se projevuje v jevech a v pojmech jako jsou např.: tlak, magnetické pole, magnetismus, tření, gravitace, elektromagnetické vlnění, kmitání, propustnost světla, hustota, princip spojených nádob, lom, elektrická vodivost, radioaktivita, vlnová délka, tlak, úlohy: „Jak se vypočítá hustota, když znáte hmotnost a objem tělesa? V jakých jednotkách se hustota udává?“, „Jak se měří objem minerálů?“, „Vysvětlete, co je magnetismus.“ K čemu slouží kompas?.

Učebnice obsahuje např. polarizační mikroskop, elektronový mikroskop a seizmograf, tyto přístroje lze zařadit do techniky.

4. 1. 3 Stručné porovnání učebnic mezi ročníky

V této kapitole jsou porovnány učebnice přírodopisu z hlediska zastoupení mezipředmětových vztahů nejen s ohledem na koncept STEM. Vždy se jedná o porovnání učebnic z nakladatelství Nová škola a Taktik určené pro stejný ročník ZŠ.

Učebnice určené pro šesté ročníky

Učebnice Hravý přírodopis 6 od nakladatelství Taktik obsahuje srovnatelně textu jako učebnice od nakladatelství Nová škola. Ve všech učebnicích jsou zahrnuty mezipředmětové vztahy, avšak v učebnicích z Nové školy jsou obsaženy mezipředmětové vztahy ve větší míře. Učebnice z Nové školy mají na každé straně slovíčka z angličtiny a němčiny vztažené k danému tématu a extra piktogramy, které čtenáře upozorňují na mezipředmětové vztahy z různých oblastí. V učebnici Hravý přírodopis 6 se vyskytuje více obrázků a odborných termínů, včetně různých komplikovaných chemických látek.

Učebnice určené pro sedmé ročníky

V učebnici Hravý přírodopis 7 od nakladatelství Taktik je daleko více textu, termínů i více informací ohledně váhy a velikosti živočichů a rostlin v porovnání s učebnicemi od nakladatelství Nová škola, přestože Nová škola vydala dva díly učebnic pro sedmý ročník.

Učebnice z Nové školy obsahují větší spektrum mezipředmětových vztahů, dokonce jsou v této řadě učebnic piktogramy upozorňující na mezipředmětové vztahy. Nakladatelství Nová škola do učebnic zařadilo různé úlohy spjaté s hudební výchovou, českým jazykem, kdežto Hravý přírodopis 7 tyto informace neobsahuje. Druhý díl učebnice zabývající se botanikou obsahuje oproti učebnici Hravý přírodopis 7 velké množství úloh týkajících se fyziky a matematiky. Obě nakladatelství do textu učebnic zařadila informace o fotosyntéze. Obě nakladatelství také zmiňují úhoře a Sargasové moře či úlohu na obarvení stonku rostlin.

Učebnice určené pro osmé ročníky

Učebnice přírodopisu určené pro osmý ročník jsou si celkem rovné. Nová škola obsahuje relativně podobný počet pojmů spjatých s chemií, fyzikou, technikou jako učebnice od vydavatelství Taktik. Obě učebnice obsahují informace o velikostech orgánů, délce, výšce, objemu, grafy, časové údaje, stupně. Nakladatelství Taktik navíc v učebnici zmiňuje geometrické tvary, oproti tomu učebnice od Nové školy zařadily vhodné úlohy týkající se matematických počtů či názvů chemických značek.

Učebnice určené pro deváté ročníky

Obě učebnice jak Hravý přírodopis 9, tak Přírodopis 9 obsahují velké množství mezipředmětových vztahů převážně z učiva chemie a fyziky, neboť mineralogie, která je obsahem obou učebnic, má k zmíněným předmětům blízký vztah. Přírodopis 9 zahrnuje do učebnice i informace z výchovy ke zdraví, techniky, angličtiny a němčiny, kdežto Hravý přírodopis 9 ne. Odkazy na výtvarnou výchovu byly pouze v Hravém přírodopisu. Obě učebnice jsou doplněny vhodnými ilustracemi, různými pokusy a zajímavostmi. Přírodopis 9 obsahuje extra piktogramy upozorňující na mezipředmětové vztahy.

4. 2 Pohledy učitelů na problematiku STEM

V následujících podkapitolách jsou uvedeny rozhovory se čtyřmi učitelkami ze čtyř základních škol z Jihočeského kraje.

4. 2. 1 Respondent 1

Prvním respondentem byla žena, začínající učitelka, s délkou pedagogické praxe 3 roky. Přírodopis vyučuje na větší základní škole v Jindřichově Hradci, konkrétně v šestém, sedmém a osmém ročníku. K výuce využívá učebnice od nakladatelství Fraus. Paní učitelka vystudovala přírodopis a tělesnou výchovu.

Respondent 1 si pod pojmem mezipředmětové vztahy představuje: „*Propojování učiva s více předměty.*“. Respondent 1 uvedl, že do své výuky zapojuje mezipředmětové vztahy. Jeho tvrzení dokládají následující příklady využití mezipředmětových vztahů: „*V šesté třídě do výuky zapojuji laboratorní práce na téma: prvoci v nálevu, hmyzí končetiny a další různé mikroskopování.*“ a „*V sedmé třídě s žáky provádíme laboratorní práce, které všechny velice baví např. zkoumat ptačí vejce, peří, rybí šupiny.* Před samotným mikroskopováním paní učitelka vysvětluje funkci optického mikroskopu a základy optiky z učiva fyziky. „*V tématu viry a bakterie jsme si vypěstovali své vlastní bakterie na Petriho miskách.*“ Paní učitelka v této činnosti shledává mezipředmětové vztahy mezi učivem přírodopisu a pracovních činností. „*Myslím, že do mezipředmětových vztahů bych zařadila i naši exkurzi do planetária, v létě se s dětmi chystáme do domu přírody.*“ Exkurze do planetária a domu přírody zahrnuje, podle paní učitelky, učivo přírodopisu, zeměpisu a fyziky. „*V sedmé třídě s žáky vyrábím model květu lilie, kdy žáci pracují ve skupinách, tuto aktivitu zařazují poté, co s žáky probereme téma stavba rostlin, žáci tak mají možnost si probranou látku lépe upevnit.*“ Při výrobě modelu žáci propojují učivo z přírodopisu, výtvarné výchovy a pracovních činností. Mezipředmětové vztahy s přírodopisem, výtvarnou výchovou, pracovními činnostmi lze spatřit i v těchto tvrzeních: „*Společně s paní učitelkou na výtvarku, jsme se rozhodly, udělat takový mini projekt, kdy já s žáky pomocí řízku rozmnožíme pokojové rostliny a na hodinách výtvarky si vytvoří z keramiky květníky a svůj výrobek poté žáci věnují maminkám na den matek.*“ a „*Ve škole jsme měli i malé ryby z výlovu a u nich jsme s dětmi pozorovali stavbu těla a jejich pohyb, vše si poté zakreslili.*“, „*V osmých třídách, jsme si vytvořili takový rituál, kdy vždy po probrání učiva o jednotlivé soustavě, nalepíme a umístíme orgány do obkreslené šablony. Šablonu jsme vytvořili tak, že jsme obkreslily jednoho žáka ze třídy.*“

Paní učitelka uvedla, že učivo přírodopisu, tělesné výchovy, matematiky a výtvarné výchovy začleňuje: „Do učiva o člověku také zařazují: vytvoření plantogramu, zkoumáme otisky prstů, ukazujeme si první pomoc, měříme fyzickou kondici a různě vše měříme.“

Respondent 1 také zmínil, že v prvním roce svého působení na škole skoro vůbec o mezipředmětových vztazích nepřemýšlel a ani nikterak je neimplementoval, protože měl málo času a distanční výuka tomu také moc nenahrávala. Ale teď když už vyučuje třetím rokem, tak je to čím dál lepší a že spatřuje, že mezipředmětové vztahy jsou důležité.

Respondent 1 o zkratce STEM slyšel na vysoké škole, ale nevzpomněl si, čeho se zkratka týká a co jednotlivá písmena znamenají. Poté, co bylo respondentovi 1 vysvětlen koncept STEM zněla reakce takto: „Myslím, že něco podobného ve výuce s dětmi děláme.“ Respondent 1 si myslí, že koncept STEM vzdělávání je vhodné do výuky přírodopisu zařadit, protože: „Žáci mají rádi skupinové práce.“, „Rádi pracují samostatně a pokud někdo potřebuje s něčím pomoci, tak se vždy přihlásí a já ho nasměruji.“, „Celkově jsem pro méně frontální výuku, protože ta děti nebaví.“

Respondent 1 řekl, že by rád do výuky více zapojoval koncept STEM, ale: „Byla bych ráda, kdyby byly nějaké kompletně zpracované materiály pro výuku, protože vymyšlení aktivit je opravdu velmi časově náročné. Určitě nejsem pro školení, neboť školení (myšleno všeobecně), která, jsem absolvovala, byly tak říkajíc k ničemu, protože jsou těžko proveditelné.“

Respondent 1 navrhl témata, jež shledává jako vhodná pro lepší naučení učiva: „Žáci mají často problémy s naučením hmyzu, celkově jednotlivé zástupce pojmenovat a případně zařadit, proto bych ocenila nějaké aktivity na téma hmyz.“ Respondent 1 zmínil také téma rostliny, které prý žáci moc rádi nemají.

4. 2. 2 Respondent 2

Respondentem 2 byla pedagožka s 14. letou pedagogickou praxí. Její vystudovaná aprobace je přírodopis a chemie, ale na škole učí i jiné předměty jako je matematika a fyzika. Přírodopis vyučuje ve všech ročnících na druhém stupni na základní škole v Chlumu u Třeboně. K výuce využívá učebnice od pedagogického nakladatelství SPN.

Jak uvedl respondent 2: „*Pod pojmem mezipředmětové vztahy si představím prolínání různých témat do více předmětů. Do výuky přírodopisu mezipředmětové vztahy zapojují, například když propojují jedno téma v rámci souvislostí různých předmětů.*“

Z rozhovoru vyplynulo, že respondent 2 se cítí více jistě, když přírodopis propojuje s chemií než s jinými předměty, neboť chemii má vystudovanou. Učivo z chemie zapojuje v tématech: ozonoféra, uhlí, ochrana rostlin, metabolismus a hustota. Podle slov paní učitelky: „*Samozřejmě bez zmínek z oblasti zeměpisu bychom těžko v přírodopisu věděli, kde jací živočichové žijí. Anebo takové téma vesmír, to přesahuje do mnoha předmětů. Přírodopis a zeměpis propojují například když probíráme témata jako jsou: vývoj Země, půda, uhlí, les, ochrana rostlin, výživa, metabolismus, zemětřesení, sopečná činnost a různé geologické děje. Učivo z fyziky zmiňuji například v tématech o lidském těle jako je oko nebo ucho. V šesté, osmé a deváté třídě se také bavíme společně o hustotě. Mezipředmětové vztahy s učivem přírodopisu, zeměpisu a výtvarné výchovy, žáci využívají při sběru rostlin a tvoření herbáře.*“

Paní učitelka uvedla, že při své přípravě na vyučování přemýšlí o zapojení mezipředmětových vztahů pouze tehdy, pokud se v rámci jednoho týdne dostane k probíranému tématu v různých předmětech. Matematiku však v přírodopisu nezačleňuje, neboť podle jejich slov: „*Pokud žáci vidí někde náznaky matematiky, hned remcají.*“ Paní učitelka také zmínila, že upřednostňuje frontální výuku než práci ve skupinách.

Na otázku ohledně zakotvení mezipředmětových vztahů v ŠVP odpověděla paní učitelka: „*Náš školní vzdělávací program zahrnuje mezipředmětové vztahy v rámci předmětu u daného učiva máme vždy zapsané přesahy do různých předmětů.*“

Respondent 2 se nikdy nesetkal s pojmem STEM ani STEAM. Z tohoto důvodu byl paní učitelce pojem vysvětlen. Následně paní učitelka usoudila, že přístup STEM by byl určitě užitečný zapojit ve výuce přírodopisu.

Na otázku: „*Chtěla byste ve své výuce využít prvky STEM vzdělávání?*“. Paní učitelka odpověděla, že: „*Asi ano, chtělo by to ovšem větší dotaci hodin, ideálně projektové dny a celkově více času, lepší vybavenost naší školy. Hlavně bych potřebovala nějaké nápady.*“

4. 2. 3 Respondent 3

Třetím respondentem pro rozhovor byla zkušená pedagožka vyučující na základní škole v Třeboni. Vystudovala přírodopis a biologii pro střední školu. Na základní škole vyučuje 21 let. Přírodopis učí v šestém až devátém ročníku. Ve výuce využívá učebnice od nakladatelství Fraus.

„Spolupráce s kolegy, jednotné působení na žáky, propojení souvislostí probírané látky v rámci jednotlivých předmětů, to pro mě znamenají mezipředmětové vztahy.“ doslovně uvedla pedagožka.

Pro paní učitelku je ve výuce přírodopisu důležité propojení mezi předměty, návaznost vyučované látky, proto, pokud látka dovolí, snaží se do výuky začlenit mezipředmětové vztahy.

„Pokud bych měla uvést, v jakém konkrétním učivu a v jakém ročníku využívám mezipředmětové vztahy, tak mě napadá tvorba herbáře, který vytvářejí žáci 7. třídy v rámci botaniky. Paní učitelka uvedla, že při vytváření herbáře žáci potřebují znalosti nejen z učiva přírodopisu, ale i ze zeměpisu. S dějepisem propojují látku devátého ročníku, konkrétně éry života na Zemi. Učivo zeměpisu využívám v látce stavba a vznik Země a to v šestém a devátém ročníku. V látce devátého ročníku s názvem alternativní zdroje energie zapojují učivo z fyziky.“

Zkušená pedagožka uvedla, že: *„Pokud látka dovolí, konzultuji s kolegy možnost mezipředmětové spolupráce.“* Mezipředmětové vztahy mají na této škole zaneseny i ve školním vzdělávacím programu v příslušných klíčových kompetencích a průřezových tématech.

Paní učitelka o konceptu STEM slyšela a dokázala uvést i to, co se ukrývá pod jednotlivými písmeny: S science, T technology, E engineering, M mathematics. Pedagožka uvedla, že pokud vybavení školy dovolí, tak by bylo užitečné zavést STEM do výuky přírodopisu. *„Myslím si, že prvky STEM vzdělávání by dnešní výuku oživilo, přineslo inovace, a hlavně by atraktivnilo výuku pro žáky.“* K zařazení STEM do výuky přírodopisu by paní učitelka uvítala školení, technické vybavení, a hlavně praktické ukázky. Témata, která by podle paní učitelky byla vhodná pro STEM vzdělávání, jsou z fyziologie člověka: měření krevního tlaku, pulsu, vitální kapacita plic, BMI. Podle paní učitelky je téma „Člověk“ u žáků oblíbené oproti tématu „Hmyz“.

4. 2. 4 Respondent 4

Respondent 4 je pedagožka s délkou pedagogickou praxe 12 let. Působí na základní škole v Českých Budějovicích. Vystudovala přírodopis a zeměpis pro druhý stupeň ZŠ. V současné době vyučuje přírodopis v šestém a osmém ročníku. Žáci na této škole využívají učebnice od nakladatelství Fraus, pedagožka však ke své přípravě uplatňuje učebnice od nakladatelství Nová škola.

Na otázku: Co si představujete pod pojmem mezipředmětové vztahy? Pedagožka uvedla: *„Představím si vztahy k paralelně vyučovaným předmětům, a také že některá problematika se dá začlenit i do ostatních předmětů a pojmout ji třeba z jiného pohledu.“*

Pro paní učitelku jsou ve výuce přírodopisu důležité mezipředmětové vztahy, neboť: *„Žáci si danou problematiku mohou dát do širších souvislostí.“* Podle slov paní učitelky: *„Pokud se něco naskytne, tak ano, mezipředmětové vztahy využívám.“*

Paní učitelka uvedla tyto konkrétní příklady, kde využívá mezipředmětové vztahy: *„V šestém ročníku propojuji přírodopis se zeměpisem v učivu o stavbě Země a podnebných pásch. V šestce také máme přírodovědná praktika, při kterých využíváme znalosti z fyziky, když mikroskopujeme a používáme lupu.“* V osmých třídách začleňují do přírodopisu i chemii, a to například v tématech jako je dýchání, fotosyntéza, genetika, trávicí soustava (cukry, tuky, bílkoviny). Na začátku osmičky s žáky zahajujeme hodiny s tématem vznik a vývoj člověka, při těchto hodinách uplatňujeme znalosti z dějepisu.“

Respondent 4 řekl, že: *„O začlenění mezipředmětových vztahů někdy přemýšlí.“* Podotkl však, že záleží hlavně na tématu vyučované látky a časových možnostech v daném týdnu.

„Pokud je to k danému tématu jen trochu možné, jsou v ŠVP zahrnuty i mezipředmětové vztahy.“ uvedla paní učitelka.

Paní učitelka se se zkratkou STEM nesešla, proto ji bylo vše vysvětleno.

Na otázku: Myslíte, že by bylo užitečné využívat přístup STEM ve výuce přírodopisu?

Paní učitelka odpověděla: *„Myslím, že by to u vhodně zvolené látky mohlo být zajímavé.“* Pedagožka by klidně přístup STEM do výuky přírodopisu vyzkoušela, ale potřebuje ukázky některých hodin a vhodné školení. Paní učitelku během rozhovoru nenapadla konkrétní témata, která by byla vhodná pro zapojení STEM do výuky. Pouze se zmínila, že by uvítala nápady do přírodovědných praktik, které vyučuje v šestém ročníku.

4. 2. 5 Zhodnocení rozhovorů s důrazem na mezipředmětové vztahy

Každý respondent při polostrukturovaném rozhovoru uvedl, co si představuje pod pojmem mezipředmětové vztahy. Všichni respondenti v rozhovoru potvrdili, že ve výuce přírodopisu využívají mezipředmětové vztahy. V následujících tabulkách (Tabulka II až V) jsou uvedena konkrétní témata, která každý z respondentů zmínil v kontextu propojování mezipředmětových vztahů s učivem dalších předmětů.

Tabulka II: Přehled využívaných mezipředmětových vztahů u respondenta 1 ve výuce přírodopisu (předměty jsou zapsány pod zkratkami: PŘ: přírodopis, FY: fyzika, PČ: pracovní činnosti, Z: zeměpis, VV: výtvarná výchova, TV: tělesná výchova, M: matematika, CH: chemie, D: dějepis).

<i>RESPONDENT</i>	<i>TÉMA</i>	<i>PROPOJOVÁNÍ MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VZTAHŮ</i>								
		<i>PŘ</i>	<i>FY</i>	<i>PČ</i>	<i>Z</i>	<i>VV</i>	<i>TV</i>	<i>M</i>	<i>CH</i>	<i>D</i>
1	<i>LABORATORNÍ PRÁCE</i>	<i>ano</i>	<i>ano</i>	-	-	-	-	-	-	-
	<i>BAKTERIE</i>	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	-	-	-	-	-
	<i>EXKURZE DO PLANETÁRIA A DOMU PŘÍRODY</i>	<i>ano</i>	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	-	-	-	-
	<i>MODEL KVĚTU</i>	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	-	-	-
	<i>PĚSTOVÁNÍ ROSTLIN</i>	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	-	-	-
	<i>POZOROVÁNÍ A ZAKRESLOVÁNÍ RYB</i>	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	-	-	-
	<i>UMÍSTNĚNÍ ORGÁNŮ</i>	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	<i>ano</i>	-	-	-	-
	<i>PLANTOGRAM</i>	<i>ano</i>	-	-	-	<i>ano</i>	<i>ano</i>	<i>ano</i>	-	-
	<i>DAKTYLOSKOPIE</i>	<i>ano</i>	-	-	-	<i>ano</i>	<i>ano</i>	<i>ano</i>	-	-
	<i>PRVNÍ POMOC</i>	<i>ano</i>	-	-	-	<i>ano</i>	<i>ano</i>	<i>ano</i>	-	-
<i>MĚŘENÍ FYZICKÉ KONDICE</i>	<i>ano</i>	-	-	-	<i>ano</i>	<i>ano</i>	<i>ano</i>	-	-	

Tabulka III: Přehled využívaných mezipředmětových vztahů ve výuce respondenta 2 (předměty jsou zapsány pod zkratkami: PŘ: přírodopis, FY: fyzika, PČ: pracovní činnosti, Z: zeměpis, VV: výtvarná výchova, TV: tělesná výchova, M: matematika, CH: chemie, D: dějepis).

RESPONDENT	TÉMA	PROPOJOVÁNÍ MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VZTAHŮ								
		PŘ	FY	PČ	Z	VV	TV	M	CH	D
2	OZONOSFÉRA	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	UHLÍ	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	OCHRANA ROSTLIN	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	METABOLISMUS	ano	-	-	ano	-	-	-	ano	-
	HUSTOTA	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	VÝSKYT ŽIVOČICHŮ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	VÝVOJ ZEMĚ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	PŮDA	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	UHLÍ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	LES	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	OCHRANA ROSTLIN	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	VÝŽIVA	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	ZEMĚTŘESENÍ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	SOPEČNÁ ČINNOST	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	RŮZNÉ GEOLOGICKÉ DĚJE	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
SMYSLOVÉ ORGÁNY	ano	ano	-	-	-	-	-	-	-	
SBĚR ROSTLIN A TVORBA HERBÁŘE	ano	-	-	ano	ano	-	-	-	-	

Tabulka IV: Přehled aplikovaných mezipředmětových vztahů při výuce respondenta 3 (předměty jsou zapsány pod zkratkami: PŘ: přírodopis, FY: fyzika, PČ: pracovní činnosti, Z: zeměpis, VV: výtvarná výchova, TV: tělesná výchova, M: matematika, CH: chemie, D: dějepis).

RESPONDENT	TÉMA	PROPOJOVÁNÍ MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VZTAHŮ								
		PŘ	FY	PČ	Z	VV	TV	M	CH	D
3	TVORBA HERBÁŘE	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	ÉRY ŽIVOTA NA ZEMI	ano	-	-	-	-	-	-	-	ano
	STAVBA ZEMĚ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	VZNIK ZEMĚ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	ALTERNATIVNÍ ZDROJE ENERGIE	ano	ano	-	-	-	-	-	-	-

Tabulka V: Přehled propojování mezipředmětových vztahů při výuce respondenta 4 (předměty jsou zapsány pod zkratkami: PŘ: přírodopis, FY: fyzika, PČ: pracovní činnosti, Z: zeměpis, VV: výtvarná výchova, TV: tělesná výchova, M: matematika, CH: chemie, D: dějepis).

RESPONDENT	TÉMA	PROPOJOVÁNÍ MEZIPŘEDMĚTOVÝCH VZTAHŮ								
		PŘ	FY	PČ	Z	VV	TV	M	CH	D
4	STAVBA ZEMĚ	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	PODNEBNÉ PÁSY	ano	-	-	ano	-	-	-	-	-
	MIKROSKOPOVÁNÍ	ano	ano	-	-	-	-	-	-	-
	PRÁCE S LUPOU	ano	ano	-	-	-	-	-	-	-
	DÝCHÁNÍ	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	FOTOSYNTÉZA	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	GENETIKA	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	TRÁVICÍ SOUSTAVA	ano	-	-	-	-	-	-	ano	-
	VZNIK A VÝVOJ ČLOVĚKA	ano	-	-	-	-	-	-	-	ano

Respondent 2 v rozhovoru uvedl 17 témat, tedy nejvíce témat ze všech respondentů, ve kterých využívá mezipředmětové vztahy. Témata nejčastěji propojuje s učivem přírodopisu, zeměpisu a chemie, v jednom případně ještě s výtvarnou výchovou a s učivem fyziky. Na nejméně témat, konkrétně pět si vzpomněl v rozhovoru respondent 3, který propojuje učivo přírodopisu s učivem zeměpisu, fyziky a dějepis. Respondent 4 oproti respondentovi 3 do výuky zapojuje ještě učivo z chemie. Z rozhovorů vyplynulo, že nejvíce mezipředmětových vztahů zařazuje do výuky přírodopisu respondent 1. Učivo přírodopisu propojuje nejčastěji s učivem výtvarné výchovy, poté s pracovními činnostmi, následně s učivem matematiky a tělesné výchovy, nejméně s učivem fyziky.

Všechny školy, kde působí respondenti, mají v ŠVP nějakým způsobem zaneseny mezipředmětové vztahy.

Se zkratkou STEM či STEAM se setkal jen respondent 1 a respondent 3, pouze respondent 3 dokázal vypovědět, o jaké akronymy se jedná. Všichni respondenti se shodli, že ve výuce přírodopisu by bylo vhodné využít přístup STEM, avšak k tomu potřebují minimálně zpracované materiály či nápady. Respondent 1 a 3 uvedli, že by ocenili materiály na téma hmyz, respondent 1 doplnil svoji odpověď o problematiku rostlin. Respondent 4 by uvítal návrhy do přírodovědných praktik v šestém ročníku. Podle respondenta 3 jsou pro využití STEM v hodinách přírodopisu vhodná témata související s fyziologií člověka.

4. 3 Návrhy vyučovacích jednotek

Na základě analýz textu učebnic přírodopisu, polostrukturovaných rozhovorů s učiteli a vytipování byla vybrána témata pro výukové jednotky s uplatněním mezipředmětových vztahů a STEM koncepce pro žáky ZŠ. V následující kapitole jsou jednotlivé výukové jednotky rozepsány tak, že je nejprve zmíněn název vyučovací jednotky, následně metodická doporučení a mezipředmětové vztahy, poté autorské řešení a zdroje. Výukové materiály pro žáky jsou uvedeny v příloze 2.

4. 3. 1 „Sloni – zaostřeno na chobot“

4. 3. 1. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy

- **Zaměření:** Vyučovací aktivita Sloni – zaostřeno na chobot je zaměřena zejména na zvukovou komunikaci, konkrétně využití infrazvuku u slonů. Na zvukovou komunikaci savců včetně člověka. Dále na funkci chobotu a determinační znaky slona afrického a indického.
- **Pracovní list obsahuje:**
 - uvedení do tématu chobotnatci
 - úlohu zaměřující se na determinační znaky slona afrického a indického
 - informace a úlohy o funkci chobotu slona
 - návod, jak vyrobit jednoduchý účinný model seismografu
 - úlohu pro determinaci živočichů
 - úlohu na převod jednotek
 - praktickou úlohu na zjištění rozmezí frekvence, kterou žák vnímá
 - práce s osou
 - práce s grafem
- **Cílová skupina:** žáci 8. tříd ZŠ.
- **Zařazení do výuky:** PL je vhodný zařadit na začátek tématu chobotnatci.
- **Časová náročnost:** 90 minut (včetně výroby modelu seismografu)
- **Vzdělávací cíle:**
 - Žák si osvojí učivo o chobotnatcích.
 - Žák dokáže charakterizovat skupinu chobotnatců, popíše funkce chobotu.
 - Žák uvede základní determinační znaky slona afrického a slona indického.
 - Žák se seznámí s frekvencemi zvuku: infrazvukem, ultrazvukem a zvukem slyšitelným pro člověka.
 - Žák svými vlastními slovy dokáže popsat funkci seismografu.

- Žák aplikuje znalosti z učiva matematiky, pracovních činností, fyziky, zeměpisu a výtvarné výchovy.
- Žák si osvojí základní dovednosti práce podle pracovního postupu.
- Žák si procvičí práci s grafem a číselnou osou.
- **STEM:**
 - S: chobotnatci, zvuková komunikace mezi živočichy: infrazvuk, ultrazvuk, zvuková frekvence
 - T: práce podle návodu, zacházení s pracovními nástroji, praktické a pracovní dovednosti, přesnost, pečlivost, práce s QR kódem, práce ve skupině
 - E: sestavit model podle obrazového a písemného zadání, rýsování
 - M: matematické operace, geometrie: měření, rýsování, vypočítání obvodu, převod jednotek, práce s číselnou osou

Návaznost na RVP ZV (2021):

- **Matematika a její aplikace:**
 - Číslo a proměnná:
 - M-9-1-09 analyzuje a řeší jednoduché problémy, modeluje konkrétní situace, v nichž využívá matematický aparát v oboru celých a racionálních čísel
 - Geometrie v rovině a v prostoru
 - M-9-3-04 odhaduje a vypočítá obsah a obvod základních rovinných útvarů
 - M-9-3-13 analyzuje a řeší aplikační geometrické úlohy s využitím osvojeného matematického aparátu
 - Nestandardní aplikační úlohy a problémy:
 - M-9-4-02 řeší úlohy na prostorovou představivost, aplikuje a kombinuje poznatky a dovednosti z různých tematických a vzdělávacích oblastí
- **Člověk a příroda:**
 - Fyzika (Zvukové děje):
 - F-9-5-01 rozpozná ve svém okolí zdroje zvuku a kvalitativně analyzuje příhodnost daného prostředí pro šíření zvuku

- Přírodopis (Biologie živočichů):
 - P-9-4-02 rozlišuje a porovná jednotlivé skupiny živočichů, určuje vybrané živočichy, zařazuje je do hlavních taxonomických skupin
 - P-9-4-03 odvodí na základě pozorování základní projevy chování živočichů v přírodě, na příkladech objasní jejich způsob života a přizpůsobení danému prostředí

- **Umění a kultura:**
 - Výtvarná výchova
 - VV-9-1-02 zaznamenává vizuální zkušenost, i zkušenosti získané ostatními smysly, zaznamenává podněty z představ a fantazie
 - VV-9-1-07 ověřuje komunikační účinky vybraných, upravených či samostatně vytvořených vizuálně obrazných vyjádření

- **Člověk a svět práce:**
 - Práce s technickými materiály:
 - ČSP-9-1-01 provádí jednoduché práce s technickými materiály a dodržuje technologickou kázeň
 - ČSP-9-1-03 organizuje a plánuje svoji pracovní činnost
 - ČSP-9-1-04 užívá technickou dokumentaci, připraví si vlastní jednoduchý náčrt výrobku
 - ČSP-9-1-05 dodržuje obecné zásady bezpečnosti a hygieny při práci i zásady bezpečnosti a ochrany při práci s nástroji a nářadím; poskytne první pomoc při úrazu
 - Design a konstruování:
 - ČSP-9-2-01 sestaví podle návodu, náčrtu, plánu, jednoduchého programu daný model
 - ČSP-9-2-02 navrhne a sestaví jednoduché konstrukční prvky a ověří a porovná jejich funkčnost, nosnost, stabilitu aj.
 - Využití digitálních technologií:
 - ČSP-9-7-03 pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi – cestování, obchod, vzdělávání, zábava

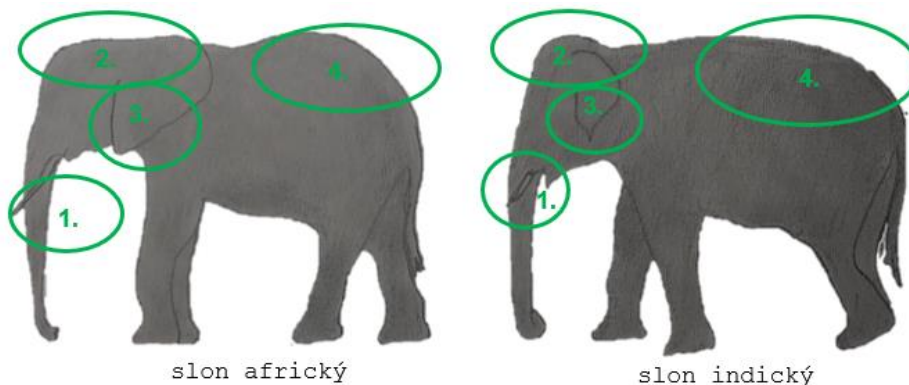
4. 3. 1. 2 Autorské řešení

Autorské řešení je v PL vyznačeno **zeleně**. Text psaný kurzívou obsahuje doplňující informace (tipy, modifikace, informace pro zvědavé žáky).

SLONI – ZAOSTŘENO NA CHOBOT

Největší suchozemští býložraví savci, to jsou **chobotnatci**. Charakteristickým znakem chobotnatců je dlouhý, svalnatý a pružný chobot, který vznikl srústem horního rtu s nosem. Mezi chobotnatce se řadí pouze sloni. Sloni mají sloupovité nohy a na chodidlech pružné polštáře. Typickým znakem pro slony jsou kly, což jsou přeměněné horní řezáky. V ústech pak mají již pouze čtyři stoličky. Pokud bychom je viděli v přírodě, všimli bychom si, že žijí ve stádech o počtu 20 až 100 jedinců. Vedoucí stáda bývá obvykle nejstarší a nejzkušenější samice. V současné době na Zemi existují tři druhy slonů: **slon africký, slon indický a slon pralesní**.

- Podívejte se na obrázky slona afrického a slona indického, zakroužkujte 4 rozdíly, v čem se liší.



1. výrazné dlouhé kly u obou pohlaví
2. čelo bez hrbolu
3. velké zaoblené boltce
4. vyklenutý hřbet těla, nejvyšší bod než těla

1. u samic malé nevýrazné kly
2. dva výrazné hrboly na hlavě, nejvyšší bod těla
3. menší zašpičatělé boltce
4. hřbet plynule klenutý, níže posazený hlava

- Napište, v čem se liší chobot slona afrického od slona indického?



slon africký



slon indický

slon africký má zakončený chobot 2 hmatovými prstíky, slon indický má chobot zakončený 1 hmatovým prstíkem

- Zamyslete se a odpovězte na otázky:
 - K čemu myslíte, že sloni používají chobot?
- Sloní chobot je obdivuhodná věc, není složen z kostí ani z chrupavek. Jedná se pouze o svalový orgán. Obsahuje 150 000 svalových snopců a prstíky na jeho konci nesou obrovské množství nervových zakončení, díky kterým si sloni poradí i s velmi přesnými pohyby.
- Slon chobotem **dýchá**, na konci chobotu jsou vidět 2 nosní dírky. Když je slon potopený, může vystrčit chobot a využít ho jako šnorchl. Chobotnatci využívají chobot i k **čichu**. Slon cítí velmi dobře, dokonce lépe než stopovací pes. Slon si chobotem dokáže **utrhnout a podat** potravu, **nabrat** vodu, kterou si poté vstříkne do tlamy. Do chobotu se vejde až 20 litrů vody. Chobotem sloni uzvednou až 350 kg předmět, zlomí kmen stromu.
Více informací: <https://epochaplus.cz/dudlik-snorchl-i-sprcha-v-jednom-co-iste-nevedeli-o-slonim-chobotu/>
- Používá sloní mládě chobot k pití mateřského mléka?
Zamyslete se a svou odpověď zdůvodněte.
- Ne, naopak často mu chobot vadí, proto ho ohýbá směrem vzhůru nebo na stranu, mléko saje ústy.
- Tip: krátký videofilm, jak pije sluně mateřské mléko:
https://www.youtube.com/watch?v=YptpwzRqctM&ab_channel=Elephant%27sWorld

ZAJÍMAVOST:
Mnoho vědců se často inspiruje přírodou, stejně tak je tomu i u sloního chobotu. Vyhledej informace o robotu pracujícího jako sloní chobot.

Informace o robotu pracující jako sloní robot:
https://www.researchgate.net/publication/308866459_Hybrid_Mechanical_and_Data-driven_Modeling_Improves_Inverse_Kinematic_Control_of_a_Soft_Robot

Sloni využívají chobot i jako komunikační prostředek, díky kterému nejen vydávají zvuk, ale dokonce i zvuk přijímají. Zvukovou komunikaci používají například při láskyplném vábení samic nebo samců, avšak člověk tento zvuk, přesněji infrazvuk neslyší. Zdravý mladý člověk slyší nejčastěji ve frekvenci v rozmezí 16 Hz až 20 kHz. Kdežto slon vydává vábivé zvuky nižší než 20 Hz. Ale pozor, sloní ozývání bývá velmi hlasité a dosahuje intenzity přibližně 120 decibelů, což je stejné jako intenzita zvuku startujícího letadla. Slon vydává infrazvuk jednak chobotem, jednak dusotem nohou.

Až uvidíš slona, jak nastavuje chobot směrem k zemi, je možné, že právě vydává infrazvukové vlny, které rozechvívají půdu a vzduch. Infrazvukové vlny šířené vzduchem následně mohou doputovat k hledanému partnerovi.

Více informací např. na <https://dvojka.rozhlas.cz/sloni-poslouchaji-chobotem-infrazvuk-7527769>

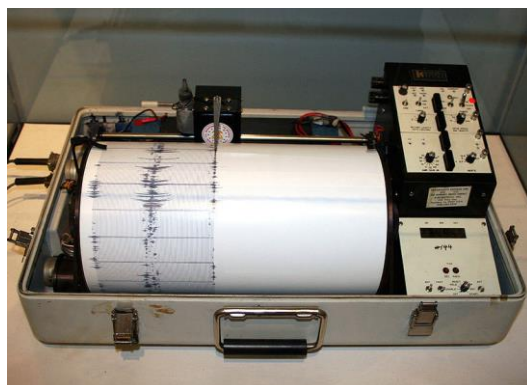
A jak vědci zjistili, že sloni vydávají infrazvuk? Pomocí speciálního aparátu **seismografu**.

Zajímavost: Jak sloni vydávají infrazvuk chobotem?

Dlouhá staletí se přesně nevědělo, jak sloni infrazvuk vytvářejí. Nejprve se vědci domnívali, že infrazvuk sloni vytvářejí na podobném principu, jako kočičí předení, kdy vokalizace jsou produkovány v hrtanu pomocí neurálně řízených svalových záškubů. V tuto chvíli se vědci spíše přiklánějí k tvrzení, že infrazvuk u slonů je vytvářen podobně jako lidský hlas. Vokalizace jsou produkovány v sloním hrtanu tak, že proud vzduchu rozkmitá hlasivky.

více informací:

<https://www.researchgate.net/publication/230629479> *How Low Can You Go Physical Production Mechanism of Elephant Infrasonic Vocalizations*



Obrázek 1 Seismograf od Yamaguchi 先生, licence: CC BY-SA 3.0, dostupné z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinematics_seismograph.jpg

Ukázka Seismografu:

https://www.youtube.com/watch?v=4ncEg26u5_4&ab_channel=GalihJati

Vyrobte si jednoduchý seismograf:

Materiál: 1 krabice, plastový kelímek, bavlnka, silný popisovač, závaží (postačí mince), papír A4, izolepa, nůžky, špejle, pravítko.

Postup:

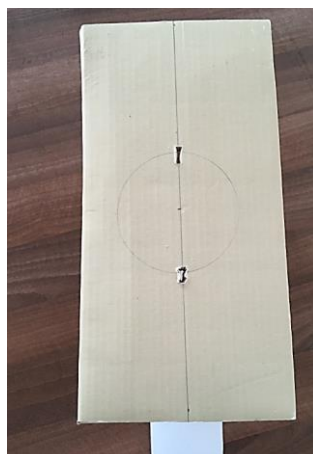
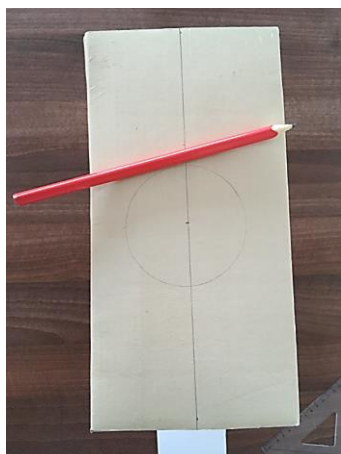
- 1) Podélně rozstříhnete papír na dvě poloviny a slepte izolepou tak, aby vznikl jeden dlouhý pruh papíru.



- 2) Postavte krabici na kratší stranu. Do stran krabice vystříhnete otvory ve vzdálenosti asi 1 cm ode dna, kterými poté prostrčíte slepený pruh papíru.



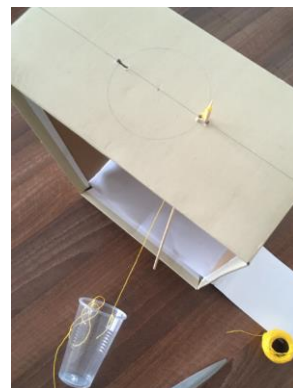
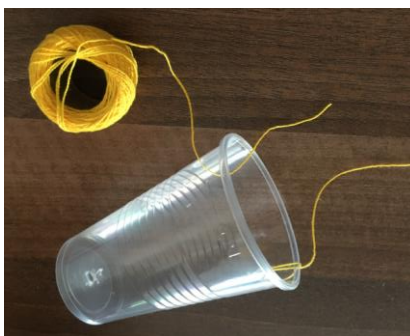
- 3) Na vrchní straně krabice vyměřte střed. Vezměte kelímek a obkreslete jeho širší okraj tak, aby střed kelímku byl ve vyznačeném středu krabice. K vyznačenému středu přiložte pravítko a protáhněte úsečku vodorovnou s hranou krabice k okrajům obkresleného kelímku.



- 4) Tam kde se úsečka s obkresleným kelímkem protála, udělejte nůžkami otvory.
- 5) Změřte průměr dna kelímku a doprostřed dna udělejte otvor, do kterého se vejde hrot popisovače.



- 6) Na každou stranu kelímku 1,5 cm pod horním okrajem udělejte 1 díрку. Do každé dírky přivažte jednu bavlnku. Druhý konec bavlnky provlečte otvorem v kartonu, toto proveďte i s druhou bavlnkou. Provlečené bavlnky svažte tak, aby se připevněný kelímek nedotýkal dna krabice a byl zavěšen vodorovně.



- 7) Do zavěšeného kelímku zastrčte popisovač tak, aby z kelímku vyčníval pouze hrot popisovače dotýkající se pruhu papíru.
- 8) Vyzkoušej seismograf v akci (např. pomocí otřesů lavice, krabice, kelímku).



Modifikace: Žáci mohou vytvořit model seismografu bez poskytnutí podrobného návodu, stačí pouze poskytnout fotografii vyrobeného seismografu viz výše.

Modifikace: pomocí papíru vytvořte sloní chobot



Zvukové dorozumívání savců

1) Pojmenujte živočichy rodovými jmény.

2) Z nabídky vyberte příslušnou skupinu a doplňte ji k živočichovi.

primáti, letouni, šelmy, kytovci



netopýr hvízdavý
(letouni)



delfín skákavý
(kytovci)



chápan středoamerický
(primáti)



kočka (šelmy)



keporkak (kytovci)



člověk (primáti)



tygr sumaterský
(šelmy)

3) Vyhledejte, kdo z živočichů (ze cvičení 2) využívá k dorozumívání infrazvuk (nízkofrekvenční vlnění nižší než 20 Hz). Vybrané/ho živočichy/a zakroužkujte.

Infrazvuk využívá keporkak

Frekvence vyšší než 20 kHz jsou označovány jako ultrazvuk.

4) Zapište, kolik je 20 kHz hertzů.

20 kHz je 20 000 Hz.

5) Načtete QR kód a vyzkoušejte, v jakém rozmezí frekvencí slyšíte vy. Zjištěné hodnoty zapište.



odkaz:

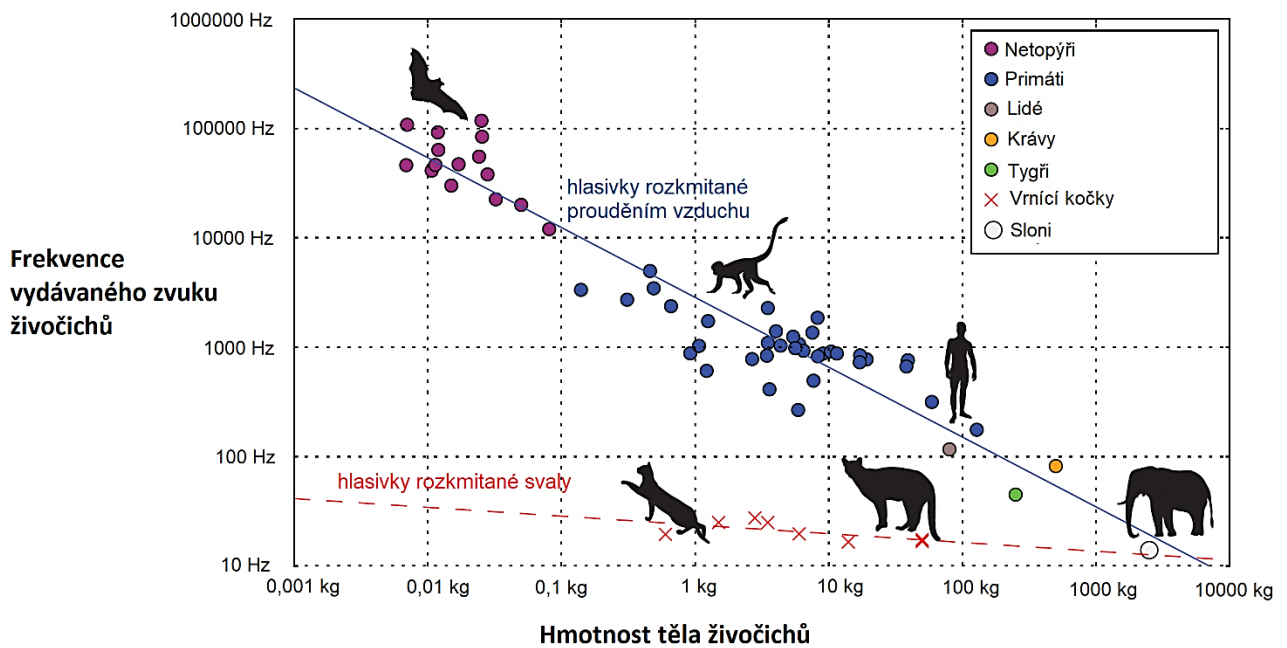
https://www.youtube.com/watch?v=D5Wc1sWwKLE&ab_channel=KarelHavr%C3%A1nek

6) Pracujte s osou zobrazující zvukovou frekvenci:

- Na ose vyznačte barevně: rozmezí frekvence zvuku slyšitelného pro člověka, ultrazvuku, infrazvuku.
- Na vyznačená rozmezí na ose zanepte: netopýra, člověka, slona.



7) Pracujte s grafem. Graf ukazuje frekvenci vydávaného zvuku, který využívají zkoumaní savci k dorozumívání. Odpovězte na následující otázky.



- Napište, kteří živočichové využívají k dorozumívání ultrazvuk?

Ultrazvuk využívají někteří netopýři.

- Zakroužkujte živočichy, kteří dokáží rozkmitat své hlasivky ve frekvenci od 100 Hz až 1000 Hz.

netopýři	tygři
<u>primáti</u>	vrnící kočky
<u>lidé</u>	sloni
krávy	

- Rozhodněte o pravdivosti tvrzení. (pravda/lež)
 - Vrnící kočka dokáže rozkmitat hlasivky na stejnou frekvenci jako netopýr. **lež**
 - Tygři a primáti využívají stejnou frekvenci zvuku. **lež**
 - Z grafu je patrné, že čím je živočich těžší, tím jeho hlasivky kmitají s nižší frekvencí. **pravda**

4. 3. 1. 3 Zdroje

Obrázky:

- slon africký, indický: autorka
- seismograf od Yamaguchi先生, licence: CC BY-SA 3.0, dostupné z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinematics_seismograph.jpg
- výroby seismografu: autorka
- chápan stredoamerický z učebnice Přírodopis 8 (Fraus): Pelikánová, I. (2016). *Přírodopis 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Fraus.
- delfín skákavý z Wikimedia Commons (volné dílo)
- netopýr hvízdavý od Jeffdelonge, licence: CC BY-SA 3.0, dostupné z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Pipistrellus_pipistrellus01.jpg?uselang=cs
- keporka z Wikimedia Commons (volné dílo)
- člověk z Pixabay (volné dílo)
- kočka: autorka
- tygr sumaterský z Wikimedia Commons (volné dílo)

Postup výroby seismografu: inspirováno z <https://www.sciencebuddies.org/stem-activities/make-a-seismograph?from=YouTube>

Graf: upraven podle grafu z článku: Herbst, C. T., Stoeger, A. S., Frey, R., Lohscheller, J., Titze, I. R., Gumpenberger, M., & Fitch, W. T. (2012). How Low Can You Go? Physical Production Mechanism of Elephant Infrasonic Vocalizations. *Science*, 337(6094), 595-599. <https://doi.org/10.1126/science.1219712>

4. 3. 2 „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ a „Krása motýlích křídel“

4. 3. 2. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy

- **Zaměření:**
 - Didaktická aktivita „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ se zabývá proměnou dokonalou u motýlů.
 - Pracovní list „Krása motýlích křídel“ je zaměřen na pozorování motýlích křídel a doplněn o informace týkající se ústního ústrojí motýlů.
- **Pracovní list obsahuje:**
 - „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“:
 - uvedení do tématu motýli a jejich přeměny
 - návod a šablony na výrobu „3D papírového modelu vývojového cyklu motýla“
 - „Krása motýlích křídel“
 - uvedení do tématu motýli a jejich různorodých křídel
 - početní úlohy na výpočet: šupinek na křídlech, plochy křídel motýla
 - úloha na zamyšlení na téma motýlí křídla
 - videofilm s ukázkou použití elektronového mikroskopu
 - úlohy na kreativitu: hledání ornamentů na motýlích křídlech
 - úlohy zaměřené na ústní ústrojí motýlů
 - zajímavé informace o funkci sosáku
 - návod jak nalákat motýly na zahrádku
- **Cílová skupina:** žáci 6. tříd ZŠ
- **Zařazení do výuky:** PL je vhodný zařadit po probrání tématu proměna dokonalá, motýli
 - **Časová náročnost:** 90 minut (včetně výroby „3D papírového modelu vývojového cyklu motýla“)
- **Vzdělávací cíle:**
 - Žák si osvojí učivo o proměně dokonalé u motýlů.
 - Žák dokáže popsat jednotlivé fáze proměny dokonalé u motýlů.
 - Žák dokáže uvést jaká je živná rostlinka pro babočku paví oko.
 - Žák aplikuje znalosti z učiva přírodopisu, matematiky, pracovních činností, informatiky a výtvarné výchovy.

- Žák uvede rozdíl mezi ústním ústrojím housenky a dospělcem motýlu v závislosti na příjmu potravy.
- Žák rozliší vybrané zástupce motýlů.
- Žák si procvičí práci se zlomky a početními úlohami.
- Žák si osvojí základní dovednosti práce podle pracovního postupu.

- **STEM:**

- S: motýli, kopřiva, proměna dokonalá u hmyzu, ústní ústrojí
- T: práce podle návodu, přesnost, pečlivost, práce ve dvojici, ukázka elektronového mikroskopu
- E: sestavit model podle obrazového a písemného zadání
- M: matematické operace, práce se zlomky, s reálnými čísly, odhad

Návaznost na RVP ZV (2021):

- **Matematika a její aplikace:**

- Číslo a proměnná
 - M-9-1-01 provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu
 - M-9-1-02 zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor
 - M-9-1-05 řeší modelováním a výpočtem situace vyjádřené poměrem; pracuje s měřítky map a plánů
- Geometrie v rovině a v prostoru
 - M-9-3-10 odhaduje a vypočítá objem a povrch těles
 - M-9-3-01 zdůvodňuje a využívá polohové a metrické vlastnosti základních rovinných útvarů při řešení úloh a jednoduchých praktických problémů; využívá potřebnou matematickou symboliku
- Nestandardní aplikační úlohy a problémy
 - M-9-4-01 užívá logickou úvahu a kombinační úsudek při řešení úloh a problémů a nalézá různá řešení předkládaných nebo zkoumaných situací

- **Člověk a příroda:**
 - Přírodopis:
 - Biologie rostlin:
 - P-9-3-03 rozlišuje základní systematické skupiny rostlin a určuje jejich význačné zástupce pomocí klíčů a atlasů
 - Biologie živočichů:
 - P-9-4-01 porovná základní vnější a vnitřní stavbu vybraných živočichů a vysvětlí funkci jednotlivých orgánů
 - P-9-4-03 odvodí na základě pozorování základní projevy chování živočichů v přírodě, na příkladech objasní jejich způsob života a přizpůsobení danému prostředí
 - Praktické poznávání přírody:
 - P-9-8-01 aplikuje praktické metody poznávání přírody
- **Člověk a svět práce:**
 - Využití digitálních technologií
 - ČSP-9-7-03 pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi – cestování, obchod, vzdělávání, zábava
- **Umění a kultura:**
 - Výtvarná výchova
 - VV-9-1-01 vybírá, vytváří a pojmenovává prvky vizuálně obrazných vyjádření a jejich vztahů; uplatňuje je pro vyjádření vlastních zkušeností, vjemů, představ a poznatků; variuje různé prvky a jejich vztahy pro získání osobitých výsledků
 - VV-9-1-02 zaznamenává vizuální zkušenost, i zkušenosti získané ostatními smysly, zaznamenává podněty z představ a fantazie

4. 3. 2. 2 Autorské řešení

Autorská řešení v PL „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ a „Krása motýlích křídel“ jsou vyznačena jiným písmem a barvou.

MOTÝLI: CESTA OD VAJÍČKA K DOSPĚLCI

Pojďme nahlédnout do další kapitoly hmyzu, tentokrát hmyzu s proměnou dokonalou, konkrétně do řádu motýli.

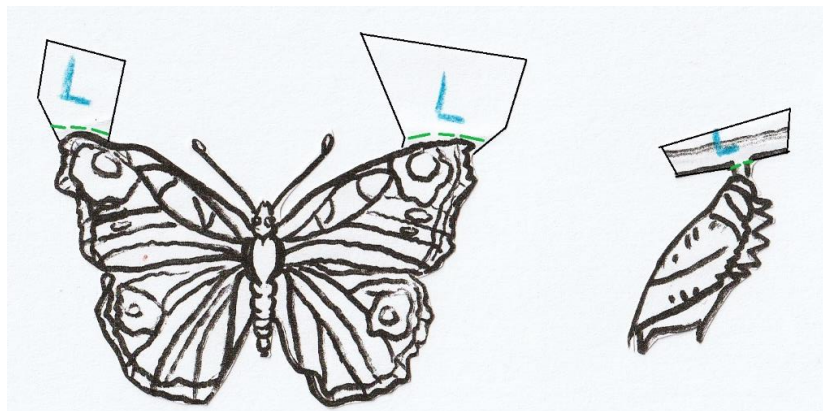
Už jste je také zahlédli? Nádherná, pestrobarevná stvoření s originálními křídly? Řeč je o motýlech.

3D PAPIROVÝ MODEL VÝVOJOVÉHO CYKLU MOTÝLA:

Vhodné je, aby žáci vyráběli jeden 3D model ve dvojici.

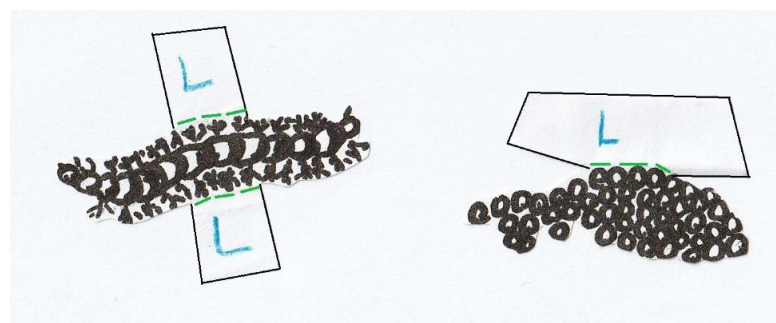
ŠABLONA:

1) Pojmenujte jednotlivá stádia vývoje motýla:



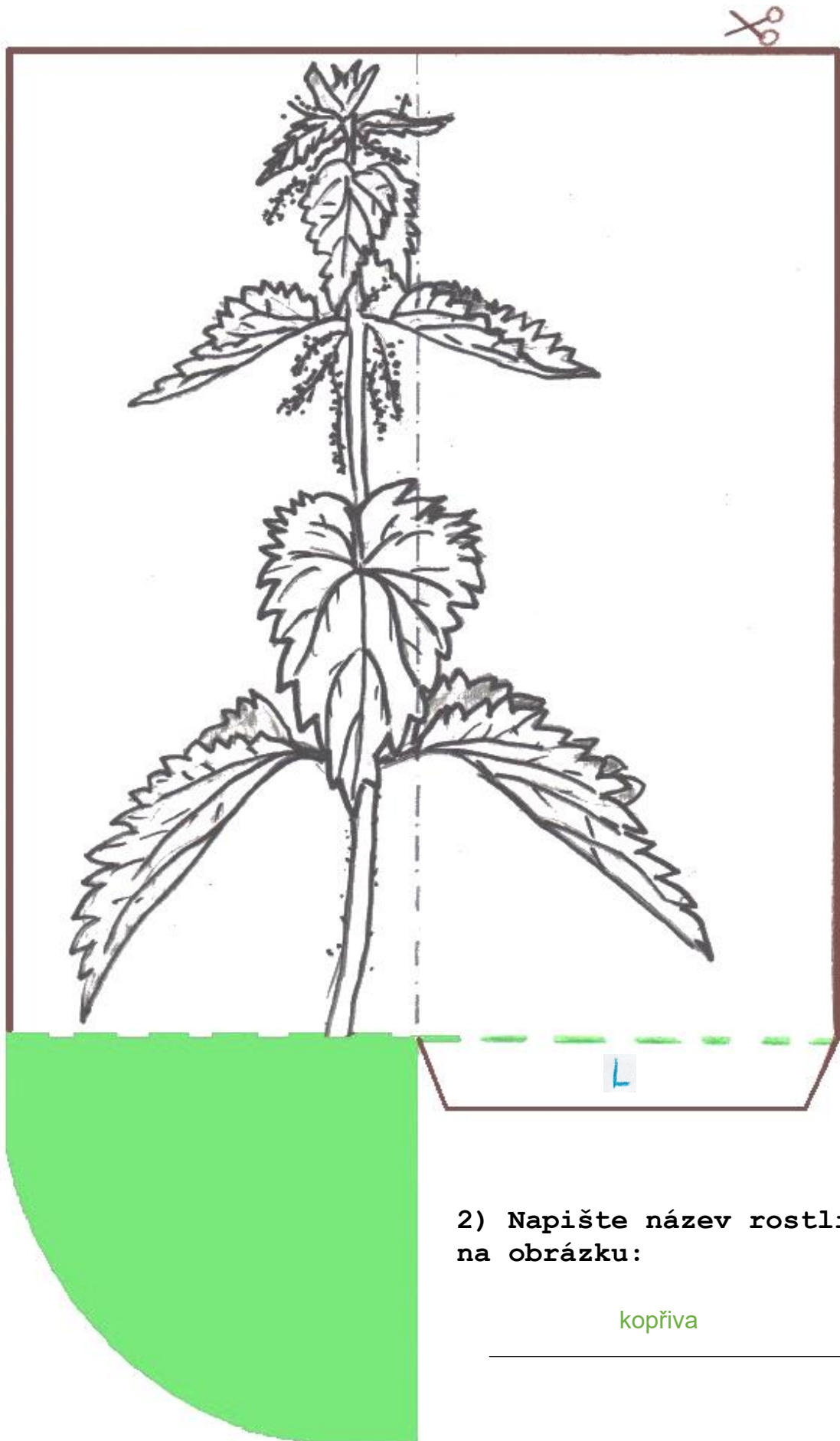
dospělec

kukla



housenka

vajíčko



2) Napište název rostliny
na obrázku:

kopřiva

KRÁSA MOTÝLÍCH KŘÍDEL

Pestré barvy, různorodé ornamenty, krása motýlích křídel zaujala nejednoho umělce. Pojďme je prozkoumat blíže.

Křídla motýlů bývají pokrytá nejčastěji plochými šupinkami.

Šupinky jsou přeměněné chloupky a svým uspořádáním na křídlech připomínají tašky na střeše. Někteří motýli mají až 600 šupinek na mm^2 , jiní mohou mít křídla bez šupinek (např. nesytka sršňová).

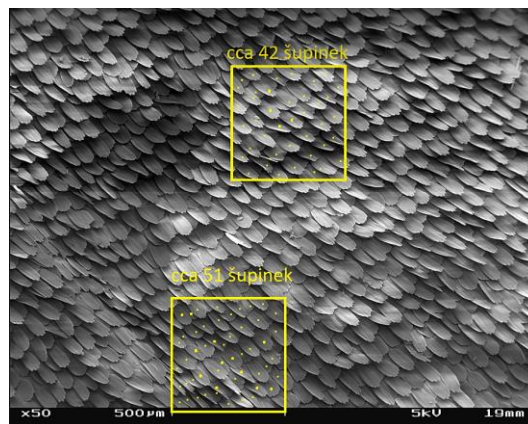
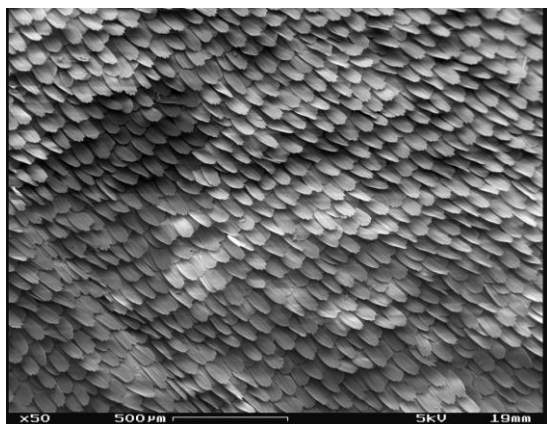


babočka paví oko



mnohonásobně zvětšené šupinky na křídle babočky paví oko, snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu

1) Spočítejte kolik šupinek má motýl na 1 mm^2 ?



Měřítko je $500 \mu\text{m}$ tedy $0,5 \text{ mm}$. Na obrázku si vyznačíme čtvereček s obsahem $0,25 \text{ mm}^2$ a spočítáme v něm jednotlivé šupinky. V 1 mm^2 je tedy cca 200 šupinek.

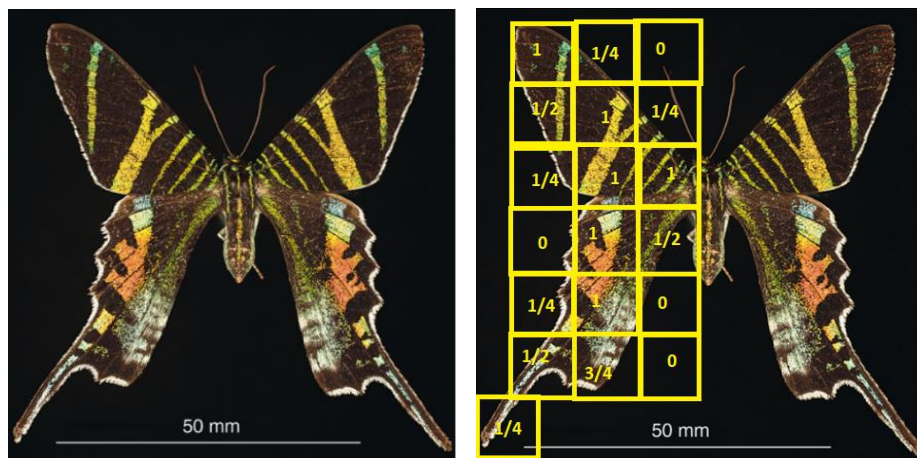
TIP: Úlohu je vhodné řešit ve skupinách po 5 členech, kdy každý žák vypočítá 1 čtvereček s obsahem $0,25 \text{ mm}^2$ a spočítá v něm jednotlivé šupinky. Následně vypočtené hodnoty zaneše do tabulky.

Člen skupiny	Počet šupinek
1. člen	42
2. člen	52
3. člen	55
4. člen	52
5. člen	44
průměr	49

Ze zjištěného průměru počtu šupinek lze odvodit, že motýl má na 1 mm^2 přibližně 196 šupinek.

Výsledný počet šupinek je možné od každé skupiny zapsat na tabuli a vypočítat opět průměr. Se žáky lze diskutovat o tom, proč v rámci biologických pozorování využíváme průměrných hodnot, které zjistíme na základě jednotlivých měření.

2) Zjistěte jak velkou plochu zaujímají křídla motýla.



Pro zjednodušení výpočtu nejprve vytvoříme čtverečky s obsahem 1 cm^2 , následně pomocí zlomků určíme, zda se ve čtverečku vyskytuje část křídla. Po sečtení zlomků vychází na 2 křídla motýla obsah cca $9,5 \text{ cm}^2$. Tedy celková plocha křídel činí cca 20 cm^2 .

3) Zamyslete se a zodpovězte následující otázky:

Vhodné je nejprve nechat žáky, aby se pokusili odpovědi odvodit na základě svých znalostí a zkušeností. Následně zhlédnout krátký videofilm, který zodpovídá položené otázky.

Doporučený videofilm: videofilm THIS IS A BUTTERFLY! (ukázka od 3. minuty a 50 sekund). Ve videofilmu je také ukázáno použití elektronového mikroskopu.

Odkaz na video:



případně

<https://videacesky.cz/video/smarter-every-day-motyli-kridla-pod-elektronovym-mikroskopem>

A) Co je to za prášek, který nám zůstává při neobratném polapení motýla na prstech?

Jsou to šupinky z křídel. Šupinky jsou poměrně volně ukotvené pomocí krátké stopky v křídelní membráně a proto jednoduše vypadají.

B) Co způsobuje barevnost křídel motýlů?

Barevnost je podmíněná buď obsaženými pigmenty (např. melanin, pteriny), nebo fyzikálně optickými jevy (lom, rozptyl, ohyb, interference, odraz světelných paprsků).

Rozšířeným pigmentem je melanin, jenž dokáže přeměnit až 99,9 % energie UV záření v teplo. Teplo následně ohřívá hemolymfu, která proudí až k létacím svalům, což umožňuje motýlům vzlétnout. Bílou barvu u bělásků způsobují pigmenty pteriny, které navíc pro jedovatost chrání motýla před predátory.

Základem šupinek motýlů jsou pravidelně uspořádané nanostruktury, díky kterým se světelné vlny šíří jinak než v běžných materiálech, což umožňuje vzniku barevných efektů a odlesků.

Více na <https://ziva.avcr.cz/files/ziva/pdf/pribehy-z-elektronoveho-mikroskopu-4-krasa-motylic.pdf>



Zajímavost:

Norský fotograf Kjell Bloch Sandved se do křídel motýlů nadchl tak, že je začal fotografovat. Vydal knihu s názvem *Abeceda motýlů (The Butterfly Alphabet)*, kde jsou fotografie křídel motýlů s ornamenty připomínající písmena a čísla. Písmena i celé texty z fotografií křídel motýlů naleznete zde:



případně <https://butterflyalphabet.com/main/>.

- 4) Zapojte vaši fantazii a vyznačte, co nejvíce ornamentů (tvary, písmena, číslice) na fotografiích křídel motýlů žijících u nás.

Vyznačeno možné řešení.



otakárek fenyklový



pestrokřídlec podražcový



přástevník medvědí



babočka bílé C



jasoň červenooký

5) Doplňte vynechaná slova do textu.

U hmyzu rozlišujeme několik typů ústního ústrojí. Většina housenek má vytvořené **kousací** ústní ústrojí,



hranostajník vrbový:
housenka

pomocí kterého ukusují pletiva **rostlin**. U některých dospělců motýlů se vyvinulo **sací** ústní ústrojí. Typickým znakem pro dospělé motýlů bývá **sosák**, kterým nejčastěji sají **nektar**.



babočka admirál:
dospělec

Sosák vznikl propojením obou čelistí do jediného trubicovitého útvaru. V klidovém stavu je stočený do spirály o 2,5 až 7 otoček.

Na špičce sosáku se nachází senzorické výběžky, které jsou citlivé např. na cukry, ethanol, a také informují o poloze hrotu sosáku v květu. Stočení sosáku umožňují dvě sady svalů. Pomocí pumpování hemolymfy do sosáku se sosák natáhne.

Aktivní nasávání nektaru sosákem do trávicího ústrojí umožňuje pumpa, která se rytmicky stahuje. Pumpa vzniká přeměnou ústní dutiny a jícnu.

Více informací:

https://www.researchgate.net/publication/40448324_Feeding_Mechanisms_of_Adult_Lepidoptera_Structure_Function_and_Evolution_of_the_Mouthparts

TIP na doma: Jak nalákat motýly na zahrádku?



Potřebujete: hrnek teplé vody, ¼ hrnku cukru, misku, barevný talíř, 2 barevné houbičky na nádobí, lžička

- 1) Do misky nalijte teplou vodu a přisypej všechen cukr. Roztok míchejte do té doby, než se cukr zcela rozpustí.
- 2) Na talíř umístěte 2 barevné houbičky.
- 3) Talíř přesuňte ven na zahradu, položte ho k blízkosti záhonu.
- 4) Roztok nalijte na houbičky. Houbičky roztok absorbují.
- 5) Po nějaké době, můžete pozorovat, jak motýli přilétají.

Vhodné je také na zahradě ponechat neposekaná místa.

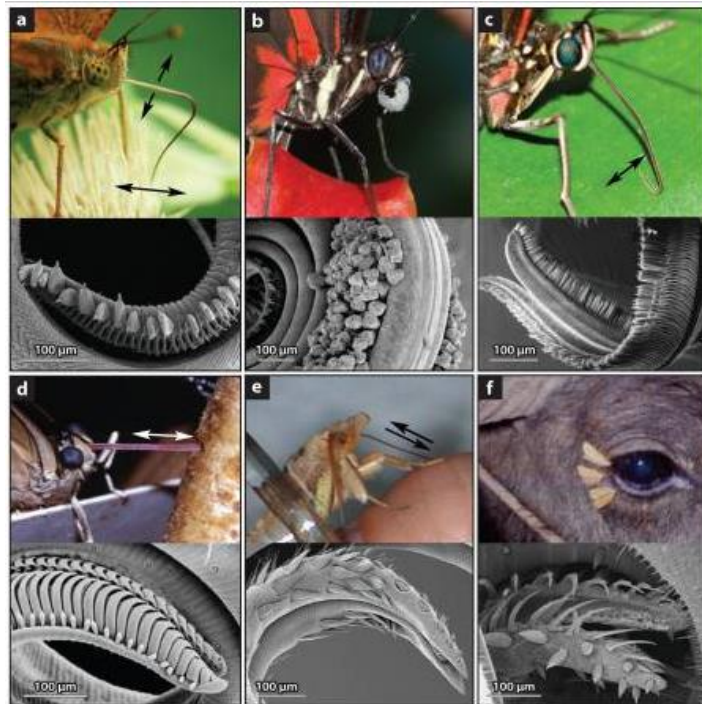
Existují motýli, kteří nesají pouze nektar.

6) Pozorně se podívejte na obrázky. Do tabulky doplňte popis obrázků a až f.

- Motýl sající oční sekret buvola, sosák má rašplovité struktury.
- Motýl požírající pylová zrna, na sosáku je vidět množství ulpívajícího pylu.
- Motýl s kartáčovitým sosákem používajícího k oškrabávání povrchů.
- Motýl sající krev, ostrý sosák nese bodavou výzbroj.
- Motýl sající nektar, vrchol sosáku má štíhlý.
- Motýl bodající sosák do ovoce, sosák je opatřen velmi silným vrcholem.

V řešení jsou uvedena i odborná jména motýlů zachycených na fotografiích.

písmeno obrázku	popis obrázku
a	Motýl (<i>Argynnis paphia</i>) sající nektar, vrchol sosáku má štíhlý.
b	Motýl (<i>Heliconius pachinus</i>) požírající pylová zrna, na sosáku je vidět množství ulpívajícího pylu.
c	Motýl (<i>Morpho peleides</i>) s kartáčovitým sosákem používajícího k oškrabávání povrchů.
d	Motýl (<i>Archaeoprepona demophoon</i>) bodající sosák do ovoce, sosák je opatřen velmi silným vrcholem.
e	Motýl (<i>Calyptra thalictri</i>) sající krev, ostrý sosák nese bodavou výzbroj.
f	Motýl (<i>Lobocraspis griseifusa</i>) sající oční sekret buvola, sosák má rašplovité struktury.



4. 3. 2. 3 Zdroje

- „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“
 - 3D vývojový cyklus:
 - inspirováno z https://www.youtube.com/watch?v=hi59c_IfAHk
 - šablona na 3D vývojový cyklus babočky paví oko: autorka
- „Krása motýlích křídel“
 - babočka paví oko: dostupné z Wikimedia Commons, volné dílo
 - šupinky na křídle babočky paví oko: dostupné z Macek, J., Juračka, P. J., & Plášek, J. (2011). Příběhy z elektronového mikroskopu. 4. Krása motýlích křídel. *Živa: časopis přírodnický*, 59(3), 125-127.
 - detail šupinek na křídle: autor SecretDisc, dostupné z https://en.wikipedia.org/wiki/File:SEM_image_of_a_Peacock_wing,_slant_view_1.JPG#/media/File:SEM_image_of_a_Peacock_wing,_slant_view_1.JPG
 - *Urania sloanus*: autor C. C. Grinter, dostupné z <https://ziva.avcr.cz/2021-5/motyli-relikvie-a-svedectvi-z-sesteho-vymirani-i.html>

- fotografie motýlů (cvičení 4): dostupné z: Wikimedia Commons, volná díla
- ze cvičení 5):
 - housenka: dostupné z Wikimedia Commons, volné dílo
 - babočka admirál: autorka
- cvičení 6): obrázky a upravený popis textu dostupný z Krenn, H. W. (2010). Feeding Mechanisms of Adult Lepidoptera: Structure, Function, and Evolution of the Mouthparts. *Annual Review of Entomology*, 55(1), 307-327. <https://doi.org/10.1146/annurev-ento-112408-085338>

4. 3. 3 „Jak se množí bakterie?“ a „Pozor! Patogenní bakterie útočí“

4. 3. 3. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy

- **Zaměření:**
 - Vyučovací aktivita „Jak se množí bakterie?“ je zaměřena na téma: rozmnožování bakterií, bakterie *Escherichia coli*.
 - Pracovní list „Pozor! Patogenní bakterie útočí“ poskytuje popis didaktické hry zabývající se problematikou vývoje rezistentních bakterií.
- **Pracovní list obsahuje:**
 - „Jak se množí bakterie?“:
 - uvedení do tématu bakterie a jejich širokého rozšíření
 - návod na tvorbu modelu příčného dělení bakteriální buňky
 - zajímavé informace o množení bakterií v příznivých podmínkách
 - úlohu na doplnění dat do tabulky týkající se rozmnožovacího cyklu bakterií
 - úlohu na výpočet počtu bakterií vzniklých dělením původní mateřské buňky bakterie *Escherichia coli* za určitý čas
 - úlohy na zamyšlení na téma vhodné podmínky prostředí pro bakterii *Escherichia coli*
 - „Pozor! Patogenní bakterie útočí“:
 - uvedení do tématu problematiky antibiotik a vzniku rezistentních bakterií
 - didaktická hra na téma možného vývoje rezistentních „superbakterií“
 - pravidla hry „Pozor! Patogenní bakterie útočí“
 - záznamový arch ke hře „Pozor! Patogenní bakterie útočí“
 - doplňující otázky ke hře „Pozor! Patogenní bakterie útočí“
- **Cílová skupina:** žáci 6. tříd ZŠ, případně žáci 8. tříd ZŠ
- **Zařazení do výuky:** PL je vhodný zařadit po probrání tématu bakterie, případně člověk a nemoci, lidské tělo
- **Časová náročnost:** 90 minut (včetně výroby modelu dělení bakterie)

- **Vzdělávací cíle:**
 - Žák si osvojí učivo o rozmnožování bakterií a vzniku rezistentních bakterií.
 - Žák dokáže popsat jednotlivé fáze příčného dělení bakteriální buňky.
 - Žák dokáže uvést prevenci před vznikem rezistentních bakterií.
 - Žák aplikuje znalosti z učiva přírodopisu, matematiky, pracovních činností, informatiky a výtvarné výchovy.
 - Žák si osvojí základní dovednosti práce podle pracovního postupu.
 - Žák si procvičí práci se zlomky a početními úlohami.

- **STEM:**
 - S: bakterie, molekula DNA, antibiotika, rozmnožování
 - T: práce podle návodu, zacházení s pracovními nástroji, praktické a pracovní dovednosti, přesnost, pečlivost, přenos dat z fotoaparátu/mobilního telefonu s fotoaparátem/ tabletu, úprava fotografií, práce s počítačem a tiskárnou, práce ve dvojici
 - E: sestrojít model podle obrazového a písemného zadání
 - M: matematické operace, práce se zlomky, s reálnými čísly, odhad

Návaznost na RVP ZV (2021):

- **Informatika:**
 - Digitální technologie
 - I-9-4-02 ukládá a spravuje svá data ve vhodném formátu s ohledem na jejich další zpracování či přenos
 - I-9-4-03 vybírá nejvhodnější způsob připojení digitálních zařízení do počítačové sítě

- **Matematika a její aplikace:**
 - Číslo a proměnná
 - M-9-1-01 provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu
 - M-9-1-02 zaokrouhluje a provádí odhady s danou přesností, účelně využívá kalkulátor

- M-9-1-03 modeluje a řeší situace s využitím dělitelnosti v oboru přirozených čísel
- **Člověk a příroda:**
 - Přírodopis
 - Obecná biologie a genetika:
 - P-9-1-04 uvede na příkladech zběžného života význam virů a bakterií v přírodě i pro člověka
 - Biologie člověka:
 - P-9-5-04 rozlišuje příčiny, případně příznaky běžných nemocí a uplatňuje zásady jejich prevence a léčby
 - Základy ekologie:
 - P-9-7-04 uvede příklady kladných i záporných vlivů člověka na životní prostředí
- **Člověk a zdraví:**
 - Výchova ke zdraví
 - VZ-9-1-05 usiluje v rámci svých možností a zkušeností o aktivní podporu zdraví
- **Člověk a svět práce:**
 - Využití digitálních technologií
 - ČSP-9-7-02 propojuje vzájemně jednotlivá digitální zařízení
 - ČSP-9-7-03 pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi – cestování, obchod, vzdělávání, zábava
- **Umění a kultura:**
 - Výtvarná výchova
 - VV-9-1-01 vybírá, vytváří a pojmenovává prvky vizuálně obrazných vyjádření a jejich vztahů; uplatňuje je pro vyjádření vlastních zkušeností, vjemů, představ a poznatků; variuje různé prvky a jejich vztahy pro získání osobitých výsledků

4. 3. 3. 2 Autorské řešení

Autorské řešení je v PL „Bakterie“ **vyznačeno jiným písmem a barvou.**

Autorské řešení je v PL „Pozor! Patogenní bakterie útočí“ **vyznačeno jiným písmem a barvou.**

JAK SE MNOŽÍ BAKTERIE?

Jednou z nejrozšířenějších skupin organismů na Zemi jsou bakterie. Nalezneme je nejen všude kolem nás, ale dokonce i v nás! V nepříznivých podmínkách dokáží přežít pomocí „schránek“ spor. V optimálních podmínkách se rychle množí.

Tvorba modelu: příčné dělení bakteriální buňky

Pomůcky pro 1 dvojici:

- plastelína: 1x kvádr oranžové, 1x kvádr béžové, 1x kvádr zelené, 1x kvádr černé, 1x kvádr žluté, modelovací podložka, nožik na plastelínu, fotoaparát/mobilní telefon s fotoaparátem/ tablet, počítač, papír A4, tiskárna

Postup:

- **1) mateřská buňka:**
 - Z 1/2 kvádrů černé plastelíny vymodelujte ovál. Z 1/3 kvádrů oranžové plastelíny vymodelujte ovál, který je menší než černý.
 - Ovály nalepte na sebe. Zvedněte okraje tak, abyste vytvořili „mističku“, která znázorňuje průřez bakterií. Zvýšené okraje představují buněčnou stěnu spolu s plazmatickou membránou.
 - Z 1/6 kvádrů béžové plastelíny vymodelujte dlouhý váleček, jež následně nakrájejte na kratší úseky, a tím vytvoříte vlásky (fimbrie), které jsou na povrchu bakterie.
 - Fimbrie upevněte na povrch.
 - Z 1/12 kvádrů zelené plastelíny vytvořte dlouhý velmi tenký váleček.
 - Z 1/12 kvádrů žluté plastelíny vymodelujte stejně dlouhý váleček.
 - Žlutý a zelený váleček navzájem obmotejte, poté vzniklou šroubovici spojte do kruhu, který znázorňuje molekulu DNA (genetickou informaci) uvnitř bakterie.
 - Molekulu DNA vložte doprostřed mateřské buňky.
 - VZNIKLOU MATEŘSKOU BUŇKU VYFOTOGRAFUJTE.

- **2) mateřská buňka se zdvojenou genetickou informací (DNA) :**
 - Nyní vytvořte další molekulu DNA, která bude stejná jako první molekula DNA:
 - Z 1/12 kvádrů zelené plastelíny vymodelujte dlouhý velmi tenký váleček.
 - Z 1/12 kvádrů žluté plastelíny vytvořte stejně dlouhý váleček.
 - Žlutý a zelený váleček navzájem obmotejte, poté vzniklou šroubovici spojte do kruhu, který znázorňuje molekulu DNA (genetickou informaci) uvnitř bakterie.
 - Nově vzniklou molekulu DNA vložte do mateřské buňky.
 - MATEŘSKOU BUŇKU SE ZDVOJENOU GENETICKOU INFORMACÍ (DNA) VYFOTOGRAFUJTE.

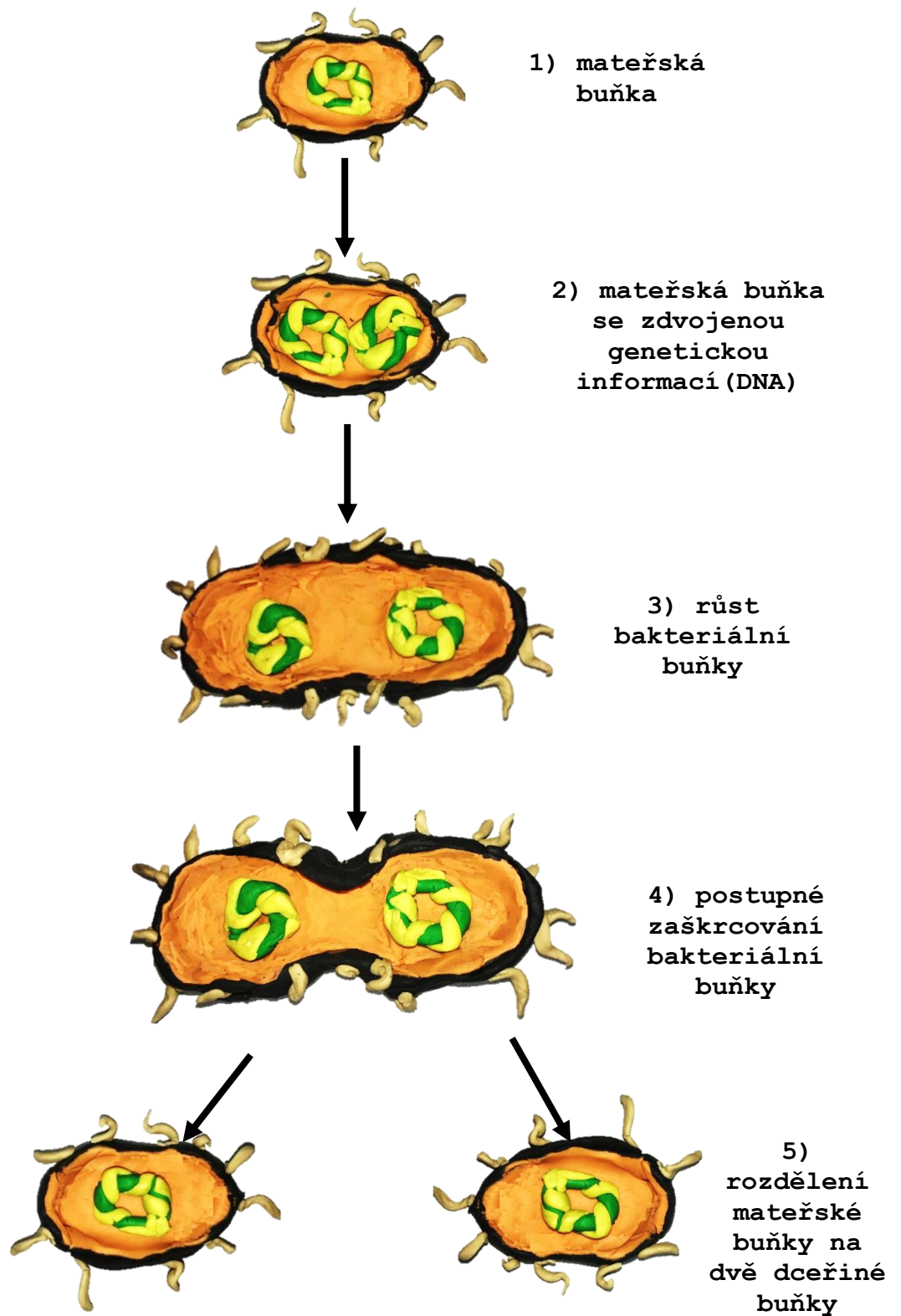
- **3) růst bakteriální buňky:**
 - Dělicí se bakteriální buňka roste, proto protáhněte do délky buňku, následně do mateřské buňky přidejte černou a oranžovou plastelínu tak, aby se buňka zvětšila přibližně dvojnásob. Molekuly DNA umístěte k protichůdným okrajům buňky.
 - NÁSLEDNĚ VYFOTOGRAFUJTE.

- **4) postupné zaškrcování bakteriální buňky:**
 - Okraje uprostřed buňky vmáčkněte dovnitř mezi molekuly DNA.
 - VYFOTOGRAFUJTE.

- **5) rozdělení mateřské buňky na dvě dceřiné buňky:**
 - Nyní oddělte obě části od sebe, vzniknou dvě jednotlivé buňky.
 - VYFOTOGRAFUJTE.

- **6) úprava fotografií modelu dělení bakterie:**
 - Vzniklé fotografie nahrajte do počítače.
 - Fotografie editujte ve Wordu či v jiném programu.
 - K jednotlivým fotografiím doplňte popisky.
 - Následně vytiskněte a nalepte do sešitu.

Příčné dělení bakteriální buňky



Bakterie v příznivých podmínkách se mohou rozmnožovat velmi rychle pomocí příčného dělení. Z jedné mateřské buňky vznikají vždy dvě dceřiné buňky. Délka jednoho rozmnožovacího cyklu trvá 20 až 150 minut.

1) Doplňte tabulku rozmnožovacího cyklu bakterií:

<i>počet původních mateřských buněk</i>	1	2	3	4	n
<i>počet vzniklých dceřiných buněk</i>	2	4	8	16	2^n

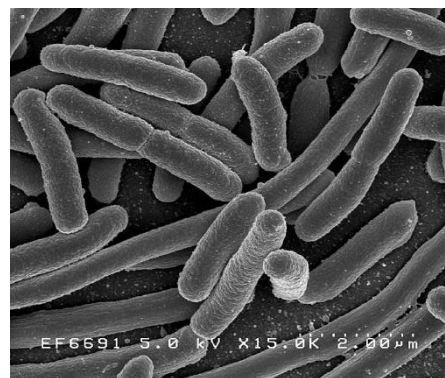
Bakterie *Escherichia coli* žijící v tlustém střevě člověka se v optimálních podmínkách dělí každých 20 minut.

2) Vypočítejte, kolik vznikne bakterií *E. coli* z jedné mateřské buňky za 12 hodin za optimálních podmínek?

12 hodin = 720 minut,

720 minut / 20 minut = 36

$2^{36} = 68\,719\,476\,736 = 69$ miliard



tyčinkovité bakterie *Escherichia coli* ve skenovacím elektronovém mikroskopu



U dospělého člověka se nachází ve střevech 1 až 1,5 kg bakterií.

Z výzkumu z roku 2016 je patrné, že průměrná tělesná výška českého muže je 178,58 cm a hmotnost činí 80,86 kg. Průměrná výška ženy je 165,99 cm a hmotnost činí 65,67 kg.

3) Vypočítejte, kolik procent tělesné hmotnosti průměrného muže zaujímá 1,5 kg bakterií žijících ve střevech.

$$\frac{1,5 \text{ kg}}{80,86 \text{ kg} \times 100} = \text{cca } 1,9 \%$$

Bakterie žijící ve střevech průměrného muže zaujímají kolem 1,9 % tělesné hmotnosti.

Odkaz na výzkum z roku 2016: <https://www.prolekare.cz/casopisy/casopis-lekaru-ceskych/archiv-cisel/2016-7>

Zamyslete se nad následujícími otázkami, své nápady запиšte, poté diskutujte ve dvojici.

3) Jaké podmínky jsou pro bakterii *E. coli* optimální?

Teplota, vlhkost, zdroj potravy (cukru) → z nestravitelných zbytků potravy.

4) Proč *E. coli* žije v našich střevech?

E. coli se podílí na tvorbě výkalů a společně s dalšími bakteriemi vytváří vitamíny (např. vitamin K).

5) Co může populaci *E. coli* v našem střevě poškodit?

Antibiotika, patogenní kolonie bakterií...

6) Co znamená, když se zjistí přítomnost bakterie *E. coli* ve vodě v přírodě?

Existuje zde možnost, že do rybníka/řeky jsou odváděny splašky.

POZOR! PATOGENNÍ BAKTERIE ÚTOČÍ

Už jste někdy museli brát antibiotika? Proč se musejí antibiotika dobrat, přestože se už po pár dnech cítíte lépe? Možná vás to překvapí, ale je to z toho důvodu, že pokud nedoberete předepsanou dávku antibiotik, přispějete k vytvoření „superbakterií“, které budou odolné vůči antibiotikům!

Pomocí této aktivity zjistíte, jak se mohou „superbakterie“ vyvinout.

Při této aktivitě je vhodné žákům zdůraznit, že antibiotika se používají na nemoci způsobené bakteriemi.

Materiál: 15 hracích kostek jedné barvy, 5 hracích kostek jiné barvy, propisovací tužka, záznamový arch

Postup hry:

- 1) Kostky rozdělte podle barvy do dvou hromádek.



Zamyslete se, která hromádka znázorňuje citlivé bakterie (vůči antibiotikům neodolné) a která rezistentní bakterie (vůči antibiotikům odolné)?

Větší hromádka (15 hracích kostek) znázorňuje **citlivé** bakterie, neboť tyto bakterie jsou zatím v přírodě naštěstí nejhojnější. **Rezistentní** bakterie znázorňuje menší hromádka.

- 2) Zapište, jaká barva hracích kostek představuje **rezistentní** bakterie a která **citlivé** bakterie na antibiotika.

rezistentní bakterie = -----

citlivé bakterie = -----

- 3) Ve dvojici se domluvte, kdo z vás bude házet kostkami znázorňujícími rezistentní bakterie a kdo kostkami znázorňujícími citlivé bakterie.

- 4) Každý hod hracích kostek odpovídá použití jedné dávky antibiotik. **Rezistentní** bakterie přežijí, pokud je na hracích kostkách příslušné barvy číslo 2, 3, 4, 5, 6. **Citlivé** bakterie přežijí pouze tehdy, když na kostkách příslušné barvy padne číslo 6.




Zamyslete se, které bakterie spíše přežijí (rezistentní X citlivé)? Vaši domněnku zdůvodněte.

- 5) Smíchejte všechny kostky a začněte házet. Kostky, které znázorňují bakterie, které zemřely dejte na stranu. Do

záznamového archu zapište, kolik bakterií **rezistentních** i **citlivých** po každém hodu přežilo.

- 6) Házejte kostkou a vyřazujte zemřelé bakterie, dokud nezůstanou žádné kostky. Vždy do záznamového archu poznamenejte přeživší bakterie.

pravidla hry:

BAKTERIE 	Zemřou, pokud je na hrací kostce příslušné barvy číslo:	Přežijí, pokud je na hrací kostce příslušné barvy číslo:
citlivé	1, 2, 3, 4, 5	6
rezistentní	1	2, 3, 4, 5, 6

záznamový arch:

HOD	POČET PŘEŽITÝCH CITLIVÝCH BAKTERIÍ	POČET PŘEŽITÝCH REZISTENTNÍCH BAKTERIÍ
0.	15	5



Kolik bylo potřeba hodů k zabití všech citlivých bakterií na antibiotika?



Kolikrát jste hodili hracími kostkami, abyste vyhubili rezistentní bakterie?



Proč je nechtěné, aby vznikaly „superbakterie“ tedy rezistentní bakterie?

Po odehrání několika hracích kol, se vám podařilo vyhubit všechny bakterie.

Citlivé bakterie na antibiotika byly zabity jako první, neboť pravděpodobnost, že přežijí jeden hod byla jedna ze šesti, což je pouhých 16,6 %. Rezistentní bakterie mají v tomto modelu pravděpodobnost přežít pět ze šesti, tedy 83,3 % pro každý hod.

Podobně lze popsat boj s bakteriemi v reálném životě. Jedna dávka antibiotik je účinná při zabíjení citlivých bakterií na antibiotika. Bakterie, které se dokážou antibiotikům bránit (rezistentní bakterie), jsou schopné přežít první dávku, ale při dalších aplikacích antibiotik již může dojít k jejich usmrcení a zamezit tak k jejich zmnožení. Pokud přestanete brát antibiotika předčasně, rezistentní bakterie se tak mohou namnožit. Proto mějte na paměti, že až budete muset brát antibiotika, vždy je užívejte zodpovědně, ať se vyhnete vytvoření odolných „superbakterií“, které již půjdou usmrtit velmi těžce.

Úlohu lze modifikovat: změnou poměru citlivých a rezistentních bakterií na antibiotika, vytvořit graf přežívání.

4. 3. 3. 3 Zdroje

- „Bakterie“
 - Model příčného dělení: autorka
 - Obrázek *E. coli* dostupný z Wikimedia Commons, volné dílo
- „Pozor! Patogenní bakterie útočí“
 - Aktivita inspirována
z <https://www.youtube.com/watch?v=3eu5eA00GOc&t=117s>
 - Obrázek bakterie dostupný z <https://pixabay.com/cs/vectors/patogen-p%20afvodce-z%20a1rodek-virus-296502/> (volné dílo)

4. 3. 4 „Houby, houby, houbičky“, „Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“ a „Houby aneb co skrývá plodnice?“

4. 3. 4. 1 Metodická doporučení a mezipředmětové vztahy

- **Zaměření:**
 - „Houby, houby, houbičky“ je didaktická hra zaměřená na rozpoznání plodnic hub. Didaktická hra žáky učí kombinatorice a poznávání známých zástupců hub.
 - Aktivita „Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“ poskytuje návod, jak vytvořit digitální herbář hub, a také vede žáky k hledání a k rozpoznávání hub.
 - Pracovní list „Houby aneb co skrývá plodnice?“ je zaměřen na pozorování plodnice a zkoumání výtrusů.
- **Pracovní list obsahuje:**
 - „Houby, houby, houbičky“
 - návod na didaktickou hru na téma houby
 - návod, jak vyhrát
 - hrací kartičky s ilustracemi hub
 - „Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“
 - pokyny pro tvorbu digitálního herbáře hub
 - ukázkou položky v digitálním herbáři
 - odkaz na aktuální mapu pravděpodobnosti růstu hub
 - „Houby aneb co skrývá plodnice?“
 - úvod k poznávání znaků plodnice hub
 - úlohy na pozorování plodnice hub a klíč k určování morfologických znaků
 - stručné informace o výtrusech
 - postup pro mikroskopické pozorování výtrusů hub
 - návod na získávání výtrusného prachu (zhotovení výtrusogramu)
- **Cílová skupina:** žáci 6. tříd ZŠ
- **Zařazení do výuky:** PL je vhodné zařadit při probírání tématu houby, případně pozorování, mikroskopování
 - **Časová náročnost:**
 - „Houby, houby, houbičky“: 20 minut

- „Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“: dlouhodobý projekt
 - „Houby aneb co skrývá plodnice?“, 45 minut bez tvorby výtrusogramu
- **Vzdělávací cíle:**
 - Žák rozpozná známé druhy hub podle plodnic.
 - Žák si osvojí základy fotografování a práci s počítačem.
 - Žák si procvičí matematické výpočty.
 - Žák si osvojí základy mikroskopování, tvorby laboratorního nákresu.
 - Žák dokáže zhotovit mikroskopický preparát a výtrusogram.
 - Žák si osvojí práci s lupou.
 - Žák aplikuje znalosti z přírodopisu, matematiky, fyziky, pracovních činností, výtvarné výchovy.
 - **STEM:**
 - S: houby, výtrusy,
 - T: práce podle pracovního postupu, pečlivost, přenos dat z fotoaparátu/mobilního telefonu do počítače, mikroskop, lupa,
 - E: měření objektů, záznam zjištěných údajů
 - M: matematické operace, jako je násobení, výpočet obsahu

Návaznost na RVP ZV (2021):

- **Informatika:**
 - Digitální technologie
 - I-9-4-02 ukládá a spravuje svá data ve vhodném formátu s ohledem na jejich další zpracování či přenos
 - I-9-4-03 vybírá nejvhodnější způsob připojení digitálních zařízení do počítačové sítě
- **Matematika a její aplikace:**
 - Číslo a proměnná
 - M-9-1-01 provádí početní operace v oboru celých a racionálních čísel; užívá ve výpočtech druhou mocninu a odmocninu

- Geometrie v rovině a v prostoru
 - M-9-3-04 odhaduje a vypočítá obsah a obvod základních rovinných útvarů
- **Člověk a příroda:**
 - Přírodopis
 - Biologie hub:
 - P-9-2-01 rozpozná naše nejznámější jedlé a jedovaté houby s plodnicemi a porovná je podle charakteristických znaků
 - Praktické poznávání přírody:
 - P-9-8-01 aplikuje praktické metody poznávání přírody
- **Člověk a svět práce:**
 - Využití digitálních technologií
 - ČSP-9-7-02 propojuje vzájemně jednotlivá digitální zařízení
 - ČSP-9-7-03 pracuje uživatelským způsobem s mobilními technologiemi – cestování, obchod, vzdělávání, zábava

4. 3. 4. 2 Autorské řešení

Autorská řešení jsou vyznačena jiným písmem a barvou.

HOUBY, HOUBY, HOUBIČKY

- **Materiál:** 18 kartiček s ilustracemi hub
- **Postup hry:**
 - Na lavici se rozloží 18 kartiček s ilustracemi hub. Následně kartičky hráči rozdělí do tří skupin: 1. skupina obsahuje 5 kartiček, 2. skupina obsahuje 6 kartiček, 3. skupina obsahuje 7 kartiček.
 - Hráči postupně odebírají jednu až tři kartičky. Kartičky lze odebrat při jednom tahu pouze z jedné hromádky a každou odebranou houbu musí hráč správně pojmenovat. Prohrává ten hráč, na kterého zbyde na lavici poslední kartička.

Jak vyhrát?

Jednou z možností pro hráče 1 jak zvítězit je, že po jeho kole zůstane na lavici v každé skupině po jedné kartě. Hráč 1 již ví, že vyhrál, neboť následně hráč 2 musí odebrat jednu kartičku z jedné skupiny, druhou kartičku odebere hráč 1 a poslední kartička zbývá pro hráče 2, který následně prohrává.

Kartičky:





DIGITÁLNÍ FUNGARIUM aneb digitální herbář hub

TIP: Úlohu lze využít jako dlouhodobý projekt.



Pokyny pro tvorbu fotografického herbáře hub pro dvojici:

- fungarium bude obsahovat alespoň 8 druhů hub
- lze vyfotografovat i chráněné houby
- k určení hub lze používat mobilní aplikace: např. „Aplikace na houby“, „Rozpoznávání hub“ atd., tištěné atlasy hub, mykologická fóra.

Podoba fotografií:

- na každé fotografii bude zachycen štítek s vaším jménem (dostanete od vyučujícího)
- do fungaria zařazujte vždy 1 fotografii celé plodnice na jejím stanovišti, detailnější fotografie různých částí houby
- vkládejte pouze kvalitní fotografie (v případě potíží s ostřením, lze vyfotografovat objekt proti listu papíru)

Podoba digitálního fungaria:

- fungarium se odevzdává v online podobě, např. PowerPoint prezentace, pdf, dokument ve Wordu, atd.
- na začátku dokumentu umístěte seznam vyfotografovaných hub (seřazený abecedně)
- jednotlivé fotografie hub opatřete štítkem obsahující tyto informace:
 - český název houby
 - vědecký název houby
 - místo sběru
 - datum sběru

Hodnocení:

- vaše vytvořené fungarium budete prezentovat před třídou
- při prezentaci vždy zmíníte:
 - o které houby jste vyfotografovali a kde
 - o z fungaria vyberte 2 zástupce, které porovnáte mezi sebou (popíšete rozdíly nebo společné znaky)
 - o na konci prezentace zhodnotíte vaši práci, mohou vám napomoci tyto otázky:
 - Jak se vám spolupracovalo ve dvojici? Rozdělili jste si ve skupině úkoly?
 - Splnili jste všechny zadané pokyny k tvorbě fungaria?

- Myslíte, že vám byla tvorba fungaria k něčemu přínosná?
- Měli jste nějaké potíže: při hledání hub, fotografování, digitálním zpracování?

Nezapomeňte:

- česká jména hub se píše malými písmeny (např. hřib smrkový), výjimkou jsou vlastní jména (např. ucho Jidášovo)
- vědecká jména hub se píše s počátečním velkým písmenem a kurzívou (např. *Boletus edulis*)
- stažení fotografií z internetu či použití fotografií od jiné osoby představuje plagiátorství, pokud jméno autora případně jeho souhlas neuvedete

Ukázka možné podoby položky ve fungariu:





lupeny na spodní straně klobouku

český název houby	penízovka vřetenonohá
vědecký název houby	<i>Gymnopus fusipes</i>
místo sběru	Alej k Bezdrevskému potoku
datum sběru	14. 6. 2022



TIP: než se vydáte do lesa, podívejte se na mapu pravděpodobnosti růstu hub



Houby aneb co skrývá plodnice?

Češi jsou označováni jako „národ houbařů“. Nauč se poznávat houby i ty! Mezi nejzákladnější poznávací znaky plodnic hub patří:

- klobouk (jeho tvar, povrch, barva)
- rouško = výtrusorodá vrstva (lupeny, rourky)
- třeň (tvar, pochva).

Pamatuj, sbírej pouze plodnice hub, které velmi dobře znáš!

POZOROVÁNÍ PLODNICE HUB:

TIP: Pro pozorování využijte lupu.

TIP: Vhodné je zvolit pouze jedlé zástupce hub!

TIP: Žampiony a ústřice lze zakoupit v obchodě, a tudíž lze je pozorovat celoročně.

TIP: K popisu plodnice je vhodné využít „Klíč k určování morfologických znaků plodnic hub“ viz příloha.

- 1) doplň tabulku: (tabulka odpovídá morfologii pozorované plodnice pečárky (*Agaricus sp.*) a hlívy ústřičné (*Pleurotus ostreatus*))

	<i>Agaricus sp.</i>	<i>Pleurotus ostreatus</i>
tvar klobouku:	vyklenutý	podvinutý okraj
povrch klobouku:	šupinatý	jemně vláknitý
typ rouška:	lupeny	lupeny
povrch třeně:	podélně rýhovaný	vláknitý

- 2) Napiš název pozorované houby:

pečárka = žampion = *Agaricus sp.*

- 3) Podívej se na pozorovanou houbu, je toto celá houba? Svou odpověď zdůvodni.

Ne, chybí podhoubí a kus třeně s pochvou.

- 4) Zamysli se, jaký tvar mají výtrusy v roušku? Svoji představu zakresli.

KRÁSA VÝTRUSŮ

Důležitou roli v rozmnožování hub zaujímají výtrusy. Výtrusorodá vrstva (rouško) s výtrusy bývá umístěna na spodní ploše klobouku plodnice hub. Podle uspořádání rouška rozlišujeme houby rourkaté a houby lupenaté. Po dozrání výtrusy vypadají a na vhodném podkladu vyklíčí v tenké vláknité podhoubí. Z podhoubí již může vyrůst plodnice a celý cyklus rozmnožování může začít nanovo.

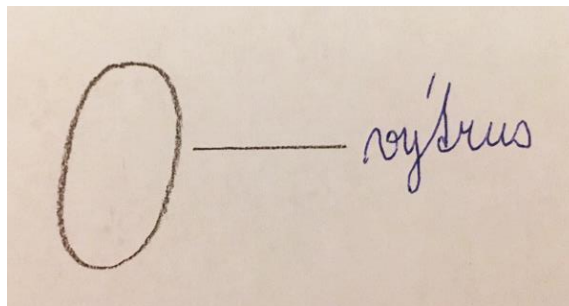
POZOROVÁNÍ VÝTRUSŮ

TIP: Vhodné je zvolit pouze jedlé zástupce hub! Například žampiony (pečárky), hříby.

Pomůcky: zralá plodnice hub, špejle, krycí a podložní sklíčko, mikroskop, kapátko s vodou, psací potřeby

Postup:

- 1) Na podložní sklíčko kápněte kapku vody.
- 2) Špejlí odeberte výtrusy z rouška a naneste je do kapky vody.
- 3) Krycím sklíčkem přikryjte kapku vody s výtrusy.
- 4) Vzniklý mikroskopický preparát umístěte na stolek se svorkami.
- 5) Zapněte mikroskop a začněte pozorovat, objektivy volte od nejmenšího zvětšení po největší.
- 6) Podle zásad mikroskopického nákresu vytvořte **nákres** pozorovaných výtrusů:
 - pozorovaná houba: *Agaricus sp.*
 - zvětšení: 600x



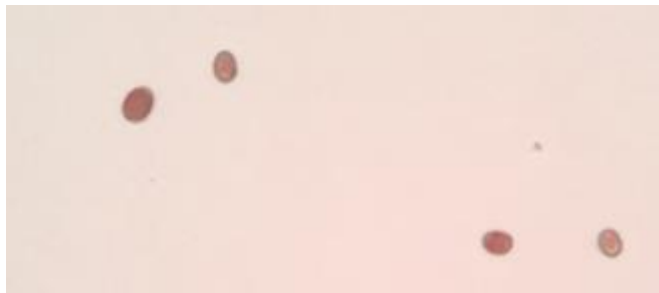
- 7) **Závěr:** Úspěšně jsem pozorovala žlutohnědé, elipsoidní výtrusy *Agaricus sp.*, při zvětšení 300x. Výtrusy jsou bez výrazné povrchové struktury.

Obrázková dokumentace:

1. Odebrání vzorku výtrusů z výtrusorodého rouška žampionu (*Agaricus sp.*) pomocí preparační jehly. Preparační jehlu lze nahradit ostrou špejlí.

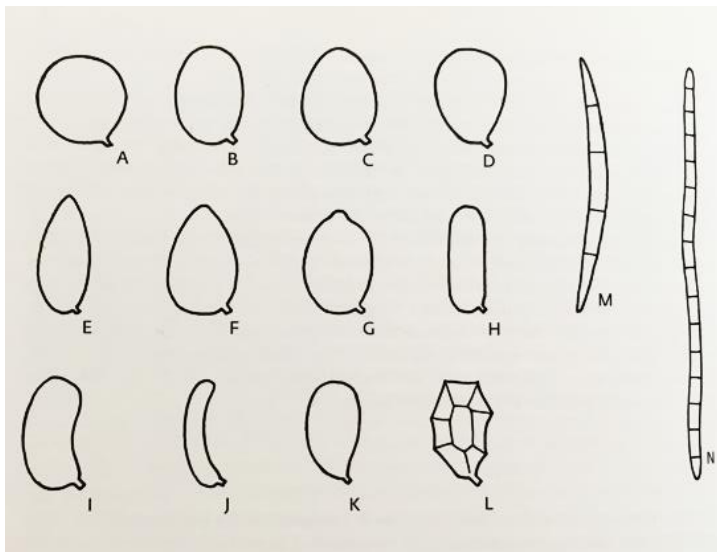


2. Fotografie výtrusů při zvětšení 600x. Fotografie byla pořízena mobilním telefonem iPhone SE (2016).



8) V čem se liší promítnuté výtrusy?

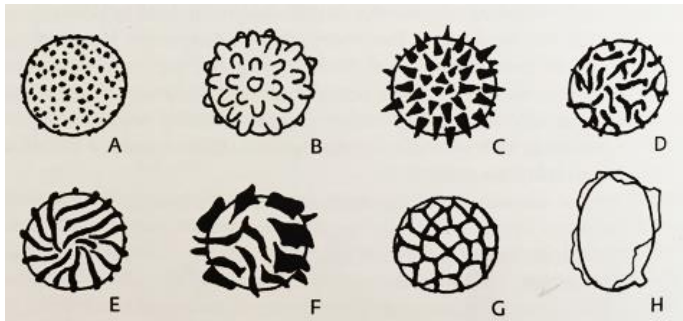
Obrázek na promítnutí:



Liší se ve tvaru výtrusů:

- A: kulovitý
- B: elipsoidní
- C: vejčitý
- D: obvejčitý
- E: vřetenovitý
- F: mandlovitý
- G: citronovitý
- H: válcovitý
- I: ledvinitý
- J: úzce ledvinitý
- L: hranatý
- M: jehlicovitý
- N: vláknitý

Žákům je vhodné promítnout i ornamentiku výtrusů:

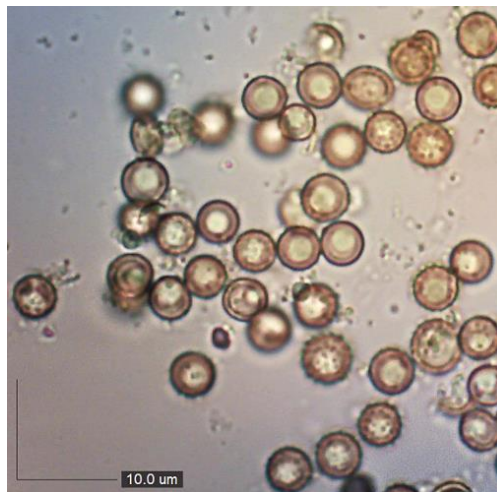


Ornamentika výtrusů:

- A: bradavčitá
- B: hrbolkatá
- C: ostnitá
- D: vrásčitá
- E: žebnatá
- F: křídlatá
- G: síťnatá
- H: s částečně odchlípenou vnější vrstvou stěny

9) Doplň text o výtrusech pýchavky palicovité.

Výtrusy mají kulovitý tvar a jsou bradavčité. V průměru měří 3,5 až 5 μm , což je 0,0035 až 0,005 mm.



VÝTRUSOGRAM

Pomůcky: lupenatá houba, papírová čtvrtka, kuchyňský nožik, kelímek, dřevěné prkénko, lak na vlasy

TIP: Vybírejte pouze jedlé zástupce hub!

Barva čtvrtky by měla být rozdílná oproti barvě výtrusů (hlíva ústříčná má světlé výtrusy, pečárky mají tmavé výtrusy).

Postup:

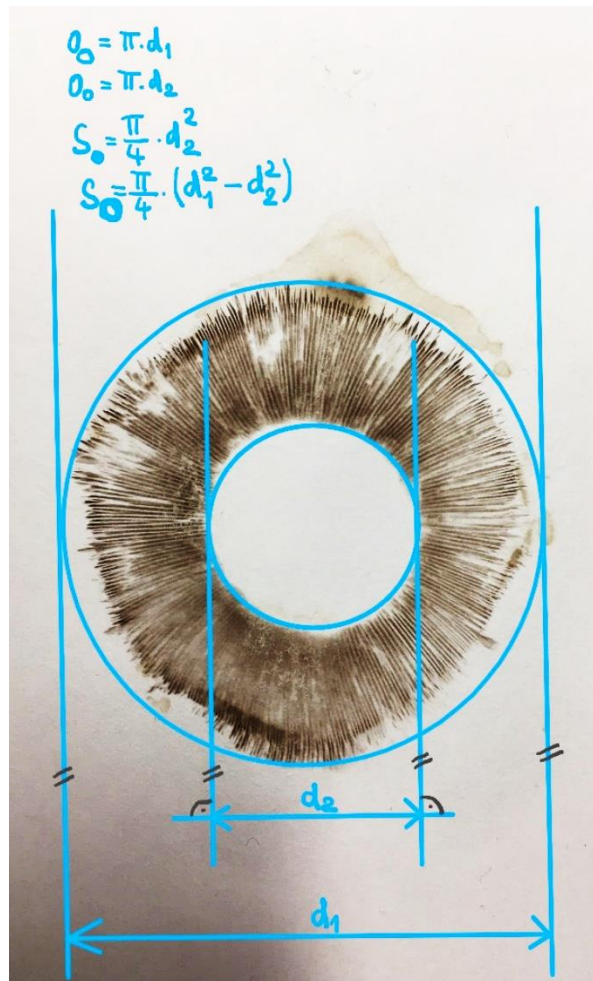
- 1) Na dřevěném prkénku opatrně odkrojte klobouk od třeně.
- 2) Klobouk otočte tak, aby rouško směřovalo k lavici a položte ho na papírovou čtvrtku.
- 3) Klobouk přikryjte kádinkou/sklenicí a takto ponechte minimálně 24 hodin.
- 4) Po uplynutí doporučeného času, opatrně odejměte klobouk.
- 5) Vzniklý výtrusogram opatrně přestříkejte lakem na vlasy.
- 6) Po zaschnutí laku na vlasy porovnejte výtrusogramy se spolužáky.
- 7) Na základě vytvořeného výtrusogramu doplňte tabulku:

TIP: Pro doplnění tabulky je vhodné žákům poskytnout pravítka, provázek, případně jiné pomůcky. Žáci tak mohou sami rozhodnout, jaký postup pro zjištění informací zvolí.

(tabulka je doplněna na základě naměřených hodnot výtrusogramu pečárky (*Agaricus sp.*), kde $d_1 = 4,5$ cm, $d_2 = 2$ cm)

Přibližný obsah výtrusorodého rouška z výtrusogramu:	12,76 cm ²
Přibližný obsah třeně z výtrusogramu:	3,14 cm ²
Přibližný obvod vnějšího výtrusorodého rouška z výtrusogramu:	14,14 cm
Přibližný obvod vnitřního výtrusorodého rouška z výtrusogramu:	6,28 cm

Modelové řešení k zjištění hodnot pro doplnění tabulky.



Obrázková dokumentace tvorby výtrusogramu:

1. Přikrytí klobouku žampionu (*Agaricus sp.*) sklenicí.



2. Po uplynutí 24 hodin se výtrusy uvolnily a vypadaly na papír, čímž vznikl výtrusogram.



3. Porovnání rouška žampionu (*Agaricus sp.*) a vysypaných výtrusů.



4. 3. 4. 3 Zdroje

- Obrázky „HRA HOUBY, HOUBY, HOUBIČKY“:
 - ucho Jidášovo, klouzek sličný, holubinka nazelenalá, bedla vysoká, ucháč obecný, pýchavka obecná, převzaté a upravené z učebnice: I., Čabradová, V., Hasch, F., Sejpka, J., & Šimonová, P. (2021). *Přírodopis 6: pro základní školy a víceletá gymnázia* (2. vydání). Fraus.
 - ostatní ilustrace převzaté z učebnice: Musilová, E., Konětopský, A., & Vlk, R. (2018). *Přírodopis 6: 1. díl - Obecný úvod do přírodopisu* (4. aktualizované vydání). Nová škola.
- Obrázky „DIGITÁLNÍ FUNGARIUM“: autorka
- Obrázky „POZOROVÁNÍ VÝTRUSŮ“ a „VÝTRUSOGRAM“
 - mikroskop: autorka

- nákres: autorka
- odebrání vzorku výtrusů: autorka
- výtrusy pečárky: autorka
- tvar a ornamentika výtrusů: Holec, J., Bielich, A., & Beran, M. (2012). *Přehled hub střední Evropy*. Academia.
- pýchavka palicovitá (*Lycoperdon excipuliforme*): Karel Tejkal, dostupné z <https://www.myko.cz/myko/public/taxon/Lycoperdon-excipuliforme>
- modelové řešení: autorka
- výtrusogram: autorka
- Obrázky „KLÍČ K URČOVÁNÍ“:
 - tvar klobouku: Evans, S., & Kibby, G. (2012). *Houby: nový kapesní atlas* (2. vyd). Slovart.
 - povrch klobouku: Knauerová, M., Slaviček, J., & Urubová, L. (2020). *Atlas hub*. Edika.
 - povrch třeně: Grünert, H., & Grünert, R. (1995). *Houby* (přeložil Eva Pátková). Ikar.

5 Realizace a shrnutí vybraných výukových jednotek

Vybrané výukové jednotky byly po předchozí domluvě uskutečněny v šestých třídách na základní škole v Jindřichově Hradci. Konkrétně byly realizovány tyto vyučovací jednotky: „Motýlí: cesta od vajíčka k dospělci“, „Jak se množí bakterie?“, „Houby aneb co skrývá plodnice?“. Po provedení vyučovací jednotky žáci vyplnili krátký reflektující dotazník. Z dotazníkového šetření, z reakcí během hodiny a po vyučovací hodině vyplynulo, že žákům se připravené aktivity velice líbily. Realizace konkrétních výukových jednotek jsou rozepsány v následujícím textu .

5. 1 Realizace a zhodnocení: „Jak se množí bakterie?“

Vyučovací jednotky se zúčastnilo 15 žáků. Po úvodu a seznámení o průběhu hodiny proběhl společný brainstorming na téma bakterie. Z brainstormingu bylo patrné, že žáci mají představu o bakteriích (výskyt bakterií, nemoci způsobené bakteriemi, tvary bakterií), avšak nemají představu, jak se bakterie množí. Poté byly žákům předány instrukce, pracovní list a materiál na tvorbu modelu příčného dělení bakteriální buňky. Pracovní postup oproti pracovnímu postupu uvedeného v kapitole 4. 3. 3. 2 byl upraven tak, aby žáci vyfotografované modely zaslali na EduPage, neboť k dispozici nebyla počítačová učebna. Pracovní postup byl také zhotoven ve dvou verzích, protože z ekonomického hlediska je výhodnější zakoupit větší sadu plastelín než kupovat po jednotlivých kusech dané barvy.

Žáci při tvorbě modelu pracovali v šesti dvojicích a v jedné trojici. Čtyřem dvojicím byla k postupu také rozdána ukázka vytvořeného modelu. Žáci, kterým byla poskytnuta ukázka modelu, pracovali daleko rychleji než žáci bez poskytnuté ukázky.

Během hodiny bylo vyzorováno, že pracovní postup, některým žákům činil problém, jako je např. vymodelovat ovál, někteří na místo oválu modelovali mohutný válec. Někteří žáci se ve čtení postupu práce ztráceli, jiní byli vynalézaví a krok, který již provedli si zaškrtli. Největším problémem byla praktická aplikace zlomků, konkrétně vymyslet, jak oddělit $1/12$ z kvádru plastelíny (pouze dvě dvojice postupovaly tak, že kvádr rozdělily na čtvrtinu a vybranou čtvrtinu na třetiny). Zbylé dvojice a trojice nevěděly, jak postoupat a potřebovaly poradit. Všechny skupiny ke konci hodiny vymodelovaly, vyfotografovaly a odeslaly své vytvořené modely.

Žáci, kteří pracovali rychleji, konkrétně dvě dvojice, na základě vytvořeného modelu a informací v PL, doplnili správně tabulku s počtem bakterií vzniklých během rozmnožovacího cyklu bakterií.

Hodinu jsem hodnotila jako zdařilou, žáci si zopakovali učivo o bakteriích, vytvořili si model dělení bakteriální buňky (obr. 1), čímž si osvětlili princip dělení bakterií (ověřeno rozhovorem se žáky během jejich práce a po skončení tvorby modelu). Žáci po celou dobu výuky vzorně pracovali, nikdo nevyrušoval. Potěšila mě věta od žáka: „Konečně vím, jak se bakterie dělí.“

Doporučená změna pro další realizaci: Bylo by vhodné vyhradit delší čas ,např. dvě vyučovací hodiny, zajistit učebnu s počítači.



Obrázek 2: Modely příčného dělení bakteriální buňky vymodelované žáky 6. třídy.

V tabulkách VI až VIII jsou zaznamenány autentické odpovědi z dotazníku.

Tabulka VI: Přehled odpovědí žáků na otázku: „Co tě dnes nejvíce bavilo?“.

Jak se množí bakterie?	
Nejvíce mě bavilo	počet odpovědí
modelovat mateřskou buňku	2
modelování	2
focení jednotlivých kroků	1
focení a odesílání fotek	3
modelování dělení bakterie, ráda pracuji s modelínou	4
zaškrcovat bakteriální buňku	2
bavilo mě všechno, bylo to super	1

Tabulka VII: Přehled odpovědí žáků na otázku: „Co tě dnes nejméně bavilo?“.

Jak se množí bakterie?	
Nejméně mě bavilo	počet odpovědí
bod č. 5, protože tím, že byl poslední tak se buňka přetrhávala	1
bavilo mě vše	5
matika v pracovním listě	6
zlomky skryté v úloze a taky nerad modeluju	1
číst postup, nerad čtu	1
vadilo mi modelování, mám mastné ruce	1

Tabulka VIII: Přehled odpovědí na otázku: „Je něco, co bys na dnešní hodině změnil/a?“.

Jak se množí bakterie?	
Je něco, co bys na dnešní hodině změnil/a?	počet odpovědí
nic	5
zrušil bych zlomky, jsou moc těžký	1
hodina se mi moc líbila	1
hodina byla zábavná	1
bylo by lepší, kdybychom měli na to více času	2
dlouhý pracovní postup	1
pustila bych písničky	1

5. 2 Realizace a zhodnocení: „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“

Vyučovací jednotka „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ byla zrealizována se 16 žáky šesté třídy. Práci s pracovním listem se šablonami předcházela krátký úvod do tématu motýli ve formě rozhovoru se žáky.

Následně žáci zapsali do PL vývojová stádia přeměny motýla (cvičení 1) a určili nákres živné rostliny babočky paví oko (cvičení 2). Vždy proběhla kontrola správnosti odpovědí. Většina žáků obě cvičení zodpověděla správně. Poté již žáci pracovali ve dvojicích na vybarvování, vystřihování a sestavování 3D papírového modelu vývojového cyklu motýla. Dvě dvojice zvládly sestavit model zcela samostatně. Zbylé dvojice potřebovaly s něčím pomoci, poradit. V průběhu práce byly žákům ukázány fotografie vývoje babočky paví oko, kuklení housenky, líhnutí motýla žluťáčka řešetlákového, vývoj martináče habrového, různé druhy housenek. Během vyrábění 3D modelu někteří žáci vyprávěli své zážitky s motýly, někteří jmenovali, které motýly viděli.

Ke konci vyučovací hodiny všechny dvojice vytvořily 3D model vývojového cyklu motýla (obr. 2). Hodinu posuzují jako zdařilou. Žáci si zopakovali jednotlivé vývojové fáze motýla, dozvěděli se o živné rostlině motýla. Žáci si během této hodiny také uvědomili, že pokud chtějí dokončit 3D model, tak se musejí zapojit oba žáci z dvojice. Žáky hodina velice bavila a spousta z nich byla velmi ráda, že si mohou 3D model odnést domů. Některé žáky aktivita motivovala k tomu, že plánovali vyrazit do přírody pozorovat motýly.



Obrázek 2: 3D modely vývojového cyklu motýla vytvořené žáky 6. třídy.

Doporučená změna pro další realizaci: Je třeba více zdůraznit, jak jdou jednotlivé fáze vývoje motýla za sebou, neboť se žáci neustále ptali, zda mají fáze seřazené správně. Ověřit si, že vypůjčená lepidla opravdu lepí.

V tabulkách IX až XI jsou zaznamenány autentické odpovědi z dotazníku.

Tabulka IX: Přehled odpovědí žáků na otázku: „Co tě dnes nejvíce bavilo?“.

Motýli: cesta od vajíčka k dospělci	
Nejvíce mě bavilo	počet odpovědí
kreslení a povídat si o motýlech	4
vybarvování kopřiv	1
to lepení toho 3D obrázku	1
vybarvování, protože ráda maluju	2
lepení	2
dnes mě bavilo vše, protože to bylo zábavné	1
bavilo mě všechno	4
vybarvování, protože ráda vybarvuju	1

Tabulka X: Přehled odpovědí žáků na otázku: „Co tě dnes nejméně bavilo?“.

Motýli: cesta od vajíčka k dospělci	
Nejméně mě bavilo	počet odpovědí
vše mě bavilo	7
stříhání, protože mi nejde	2
nebavilo mě psaní	1
vybarvování, bylo toho moc	1
vystřihování	1

Tabulka XI: Přehled odpovědí na otázku: „Je něco, co bys na dnešní hodině změnil/a?“.

Motýli: cesta od vajíčka k dospělci	
Je něco, co bys na dnešní hodině změnil/a?	počet odpovědí
ne	15
chtěla bych sedět s holkou a né s klukem	1

5. 3 Realizace a zhodnocení: „Houby aneb co skrývá plodnice?“

Vyučovací jednotka proběhla v šesté třídě se 16 žáky. Po seznámení s obsahem vyučovací hodiny byly žákům pokládány otázky na téma houby. Následně měli žáci možnost se vcítit do role mykologa a pomocí lupy a klíče pozorovat a určovat morfologické znaky plodnice hub. Zjištěné informace zapsali do tabulky. Poté žáci vyplnili název houby (cvičení 2), určili, zda má pozorovaná houba všechny části (cvičení 3) a zakreslili představu o tvaru výtrusů (cvičení 4). Až na výjimky žáci vyplnili tabulku správně. Byla jsem mile překvapena, když všichni žáci správně uvedli, že houby mají podhoubí. Některé představy žáků, jak vypadají výtrusy hub byly velmi kreativní. Součástí vyučovací hodiny bylo i mikroskopování (obr. 3), nejprve však žáci pojmenovali jednotlivé části mikroskopu, poté ve dvojici podle postupu připravili mikroskopický preparát výtrusů hub a výtrusy mikroskopovali nejdříve při malém zvětšení (64x), pak při větším (160x), poté největším zvětšením (640x).

V přípravě mikroskopického preparátu byli žáci šikovní a samostatní. U samotného mikroskopování bylo nutné zdůraznit, že se začíná pozorovat při nejmenším zvětšení. Všem žákům se podařilo vidět výtrusy. Žákům bylo nutné připomenout, jak se spočítá zvětšení. Někteří žáci, měli problém s násobením, tvořením mikroskopického nákresu a formulací závěru.

Hodinu shledávám jako zdařilou, žáci ocenili, že měli možnost pracovat s reálnou houbou.

Doporučená změna pro další realizaci: předem zkontrolovat, zda všechny mikroskopy fungují. Nejprve zhotovit preparát, poté se až přesunout k mikroskopům.



Obrázek 3: Žáci mikroskopující výtrusy hub.

V tabulkách XII až XIV jsou zaznamenány autentické odpovědi z dotazníku.

Tabulka XII: Přehled odpovědí žáků na otázku: „Co tě dnes nejvíce bavilo?“.

Houby aneb co skrývá plodnice?	
Nejvíce mě bavilo	počet odpovědí
zkoumání plodnice hub, práce s mikroskopem	2
mikroskopování	7
práce s mikroskopem, protože s ním moc nepracujeme	1
všechny úlohy	2
pozorování pod mikroskopem, protože jsem zjistila, jak vypadají houby z blízka	1
všechny úlohy mě bavili, protože rád zjišťuji nové věci	1
dívat se na výtrusy přes mikroskop, bylo to velmi zajímavé	2

Tabulka XIII: Přehled odpovědí žáků na otázku: „Co tě dnes nejméně bavilo?“.

Houby aneb co skrývá plodnice?	
Nejméně mě bavilo	počet odpovědí
mikroskopování	3
vyplňovat PL	3
vše mě bavilo	10

Tabulka XIV: Přehled odpovědí na otázku: „Je něco, co bys na dnešní hodině změnil/a?“.

Houby aneb co skrývá plodnice?	
Je něco, co bys na dnešní hodině změnil/a?	počet odpovědí
téma	1
ne	13
vše bylo v pořádku	1

5. 4 Shrnutí a zpětná vazba

V tabulce XV jsou shrnuty aktivity, které žáci shledali za nejzajímavější v rámci výukové jednotky. Práci s modelem považovalo 68 % žáků za zajímavou a zábavnou (21 žáků ze 31 ve výukových jednotkách „Jak se množí bakterie?“ a „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“). Fotografování označilo 26 % žáků za zajímavou aktivitu (čtyři žáci z 15 ve výukové jednotce „Jak se množí bakterie?“). 19 % žáků uvedlo, že všechny aktivity v rámci realizovaných výukových jednotek byly pro ně zábavné (devět žáků z celkového počtu dotazovaných 47 žáků). V rámci výukové jednotky „Houby aneb co skrývá plodnice?“ vyhodnotilo mikroskopování výtrusů jako nejzajímavější část výuky 13 žáků ze 16 účastníků, tedy 81 % žáků. Práce s přírodninami nejvíce bavila 25 % žáků (čtyři z 16 účastníků).

Tabulka XV: Shrnutí aktivit, které žáci považovali za nejzábavnější.

Co tě nejvíce bavilo?	
kategorie	počet odpovědí
práce s modelem	21
celá hodina byla zábavná	9
práce s přírodninami	4
mikroskopování	13
fotografování	4

Lze shrnout, že žáci označili jako nejzábavnější aktivity práci s modelem a mikroskopování. Nejvíce negativních odezev (sedm) přinesly aplikované matematické úlohy u výukové aktivity „Jak se množí bakterie?“.

6 Závěr

V rámci diplomové práce byly navrženy čtyři výukové jednotky pro žáky základních škol. Výukové aktivity s uplatněním mezipředmětových vztahů a s prvky STEM byly zaměřeny na témata: zvukové dorozumívání živočichů, využití infrazvuku u slonů, funkce choboty („Sloni – zaostřeno na chobot“), vývin hmyzu s proměnou dokonalou („Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“), stavba křídel a ústního ústrojí motýlů („Krása motýlích křídel“), rozmnožování bakterií („Jak se množí bakterie?“), rezistentní bakterie („Pozor! Patogenní bakterie útočí“), rozpoznávání plodnic hub („Houby, houby, houbičky“) a herbář hub („Digitální fungarium aneb digitální herbář hub“) a pozorování plodnic a výtrusů („Houby aneb co skrývá plodnice?“).

Tři vybrané výukové aktivity („Jak se množí bakterie?“, „Motýli: cesta od vajíčka k dospělci“ a „Houby aneb co skrývá plodnice?“) byly zrealizovány na základní škole v Jindřichově Hradci. Na základě reakcí během výuky a z dotazníkového šetření bylo shledáno, že žákům se vybrané výukové jednotky líbí, zejména práce s modely a přírodninami a praktické pozorování pomocí mikroskopu. Také se prokázalo, že výukové aktivity vedou žáky k motivaci a prohloubení porozumění přírodovědným jevům a dějům.

7 Seznam literatury

Arnold, N. (2018). *Technika nás baví!*. Euromedia.

Bell, P., & Davis, E. (2000). Designing Mildred: Scaffolding Students' Reflection and Argumentation Using a Cognitive Software Guide. In B. Fishman & S. O'Connor-Divelbiss (eds.), B. Fishman, S. O'Connor-Divelbiss, *Fourth International Conference of the Learning Sciences* (pp. 142-149). Mahwah, NJ: Erlbaum.
https://www.researchgate.net/profile/Philip-Bell/publication/228601172_Designing_Mildred_Scaffolding_students'_reflection_and_argumentation_using_a_cognitive_software_guide/links/56db3bcd08aee73df6d2b534/Designing-Mildred-Scaffolding-students-reflection-and-argumentation-using-a-cognitive-software-guide.pdf

Breiner, J., Harkness, S., Johnson, C., & Koehler, C. (2012). What Is STEM? A Discussion About Conceptions of STEM in Education and Partnerships. *School Science and Mathematics*, 112(1), 3-11. <https://doi.org/10.1111/j.1949-8594.2011.00109.x>

Bybee, R. (2013). *The Case for STEM Education: Challenges and Opportunities*. National Science Teachers Association.

Crisp, G., & Nora, A. (2012). Overview Of Hispanics In Science, Mathematics, Engineering And Technology (Stem): K-16 Representation, Preparation And Participation.
http://www.hacu.net/images/hacu/OPAI/H3ERC/2012_papers/Crisp%20nora%20-%20hispanics%20in%20stem%20-%20updated%202012.pdf

Čadílek, M., & Stejskalová, P. (2001). *Didaktika praktického vyučování II.*. Akademické nakladatelství CERM.

Dostál, J. (2015). *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Univerzita Palackého v Olomouci.

Dostál, J., & Kožuchová, M. (2016). *Badatelský přístup v technickém vzdělávání: teorie a výzkum* (1. vydání). Univerzita Palackého v Olomouci.

Drozdová, E., Klinkovská, L., & Lízal, P. (2016). *Přírodopis 8: Biologie člověka* (2. aktualizované vydání). Nová škola.

- Engineering. (n.d.). In *Dictionary.com*. <https://www.dictionary.com/browse/engineering>
- Gavora, P. (1996). *Výzkumné metody v pedagogice: příručka pro studenty, učitele a výzkumné pracovníky*. Paido.
- Görgülü Ari, A., & Meço, G. (2021). A New Application in Biology Education: Development and Implementation of Arduino-Supported STEM Activities. *Biology*, *10*(6), 17. <https://doi.org/10.3390/biology10060506>
- Havlíček, K. (2019). *Inovační strategie České republiky 2019–2030*. Úřad vlády České Republiky. Retrieved 2022-01-02, from <https://www.vyzkum.cz/FrontClanek.aspx?idsekce=866015&ad=1&attid=868695>
- Hedbávná, H. (2021). *Přírodopis 7: 2. díl - Botanika* (3. aktualizované vydání). Nová škola.
- Heikkilä, M. (2020). What Happens When the Robot Gets Eyelashes? Gender Perspective on Programming in Preschool. In A. MacDonald, L. Danaia & S. Murphy (eds.), A. MacDonald, L. Danaia, S. Murphy, *STEM education across the learning continuum: early childhood to senior secondary* (pp. 29-44). Springer.
- Janás, J. (1985). *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. Univerzita J.E. Purkyně.
- Johnson, A. (2009). *40 Inquiry Exercises for the College Biology Lab*. National Science Teachers Association Press.
- Kalhous, Z., & Obst, O. (2002). *Školní didaktika* (Vyd. 1). Portál.
- Knecht, P., & Janík, T. (2008). Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu. In P. Knecht & T. Janík, *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (pp. 9-17). Paido.
- Lokša, J., & Lokšová, I. (2003). *Tvořivé vyučování* (1. vyd). Grada Publishing.
- MacDonald, A., Danaia, L., & Murphy, S. (eds.). (2020). *STEM education across the learning continuum: early childhood to senior secondary*. Springer.
- Maňák, J. (1995). *Nárys didaktiky* (5. dotisk 1. vyd. [i.e. 2. vyd.]). Masarykova univerzita.

- Maňák, J. (2008). Funkce učebnic v moderní škole. In P. Knecht & T. Janík, *Učebnice z pohledu pedagogického výzkumu* (pp. 19-26). Paido.
- Maňák, J., Švec, Š., & Švec, V. (eds.). (2005). *Slovník pedagogické metodologie* (1. vyd). Masarykova univerzita.
- Mareš, J., & Gavora, P. (1999). *Anglicko-český slovník pedagogický*. Portál.
- Marginson, S., Tytler, R., Freeman, B., & Roberts, K. (2013). *STEM: country comparisons: international comparisons of science, technology, engineering and mathematics (STEM) education. Final report.*. Australian Council of Learned Academies. https://www.researchgate.net/publication/256731063_STEM_Country_comparisons
- Mathematics. (n.d.). In *Dictionary.com*. <https://www.dictionary.com/browse/mathematics>
- Matyášek, J., & Hrubý, Z. (2018). *Přírodopis 9: Geologie a ekologie* (4.). Nová škola.
- Medina-Borja, A. (2020). National Science Foundation/ STEM education for the future, 36. <https://www.nsf.gov/ehf/Materials/STEM%20Education%20for%20the%20Future%20-%202020%20Visioning%20Report.pdf>
- Musilová, E., Konětopský, A., & Vlk, R. (2018). *Přírodopis 6: 1. díl - Obecný úvod do přírodopisu* (4. aktualizované vydání). Nová škola.
- Mutakinati, L., Anwari, I., & Kumano, Y. (2018). Analysis of Students' Critical Thinking Skill of Middle School through STEM Education Project-Based Learning. *Jurnal Pendidikan IPA Indonesia*, 7(1), 54-65. <https://doi.org/10.15294/jpii.v7i1.10495>
- Nocar, D., Vaněk, V., Škrabánková, J., & Kočí, P. (2019). Interdisciplinary Relations with Mathematics in Teaching of Natural Science Realized within the Project Nature. In *13th International Technology, Education and Development Conference* (pp. 6092-6096). Iated-Int Assoc Technology Education & Development , Lauri Volpi 6, Valenica, Burjassot 46100, Spain. <https://doi.org/10.21125/inted.2019.1492>
- Papáček, M. (2010a). Badatelsky orientované přírodovědné vyučování cesta pro biologické vzdělávání generací Y, Z a alfa?. *Scientia in Education*, 1(1), 33-49. <https://doi.org/10.14712/18047106.4>

- Papáček, M. (2010b). Limity a šance zavádění badatelsky orientovaného vyučování přírodopisu a biologie v České republice. In M. Papáček (ed.), M. Papáček, *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování. DiBi 2010: Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích* (pp. 145-162).
<https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>
- Pavlasová, L. (2014). *Přehled didaktiky biologie*. Univerzita Karlova, Pedagogická fakulta.
- Pechová, V. (2021). *Mezipředmětové vztahy fyzika - přírodopis ve výuce fyziky na ZŠ* [Bakalářská práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Peterová, D., Žídková, H., & Knůrová, K. (2018). *Hravý přírodopis 7: učebnice pro 7. ročník ZŠ a víceletá gymnázia* (2. vydání). Taktik.
- Petty, G. (2013). *Moderní vyučování* (6., rozšířené a přepracované vydání). Portál.
- Plch, J. (1987). *Mezipředmětové vztahy a specifika výchovně vzdělávacího procesu*. Státní pedagogické nakladatelství.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2008). *Pedagogický slovník* (4., aktualiz. vyd. [i.e. Vyd. 5.]). Portál.
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2013). *Pedagogický slovník* (7., aktualiz. a rozš. vyd). Portál.
- Rakoušová, A. (2008). *Integrace obsahu vyučování: [integrované slovní úlohy napříč předměty]*. Grada.
- Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání*. (2021). MŠMT.
<https://revize.edu.cz/files/rvp-zv-2021.pdf>
- Rychnovský, B., Odstrčil, M., Popelková, P., & Kubešová, S. (2021). *Přírodopis 7: 1. díl - Strunatci* (5. aktualizované vydání). Nová škola.

- Řehák, B. (1967). *Vyučování biologií na základní devítileté škole a střední všeobecně vzdělávací škole: příspěvek k didaktice biologie* (2., opr. vyd). Státní pedagogické nakladatelství.
- Sanders, M. (2009). STEM, STEM Education, STEMmania. *The Technology Teacher*, 68(4), 20-26.
<https://vtechworks.lib.vt.edu/bitstream/handle/10919/51616/STEMmania.pdf>
- Science. (n.d.). In *Dictionary.com*. <https://www.dictionary.com/browse/science>
- Skutil, M. (2011). *Základy pedagogicko-psychologického výzkumu pro studenty učitelství*. Portál.
- Spousta, V. (1997). *Integrace základních druhů umění ve výchově*. Masarykova univerzita.
- Stuart, C. (2018a). *Matematika nás baví!*. Euromedia.
- Stuart, C. (2018b). *Přírodní vědy nás baví!*. Euromedia.
- Stuchlíková, I. (2010). O badatelsky orientovaném vyučování. In M. Papáček (ed.), M. Papáček, *Didaktika biologie v České republice 2010 a badatelsky orientované vyučování (DiBi 2010): Sborník příspěvků semináře, 25. a 26. března 2010, Pedagogická fakulta Jihočeské univerzity v Českých Budějovicích* (pp. 129-135).
<https://www.pf.jcu.cz/structure/departments/kbi/wp-content/uploads/2018/11/DiBi2010.pdf>
- Škardová, K. (2015). *Mezipředmětové vztahy v učivu Přírodopisu* [Bakalářská práce]. Jihočeská univerzita v Českých Budějovicích.
- Škoda, J., & Doulík, P. (2009). Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. *Pedagogická orientace*, 19(3), 24–44. <https://journals.muni.cz/pedor/article/view/1258>
- Technology. (n.d.). In *Dictionary.com*. <https://www.dictionary.com/browse/technology>
- Valáriková, L. (2020). *Provázanost učiva přírodopisu a matematiky na 2. stupni základních škol* [Bakalářská práce]. Univerzita Palackého v Olomouci.
- Vlk, R., & Kubešová, S. (2018). *Přírodopis 6: 2. díl - Bezobratlí živočichové* (4. aktualizované vydání). Nová škola.

Vohra, F. (2000). Changing Trends in Biology Education: An International Perspective. *Biology International*, 2000(39), 49-55.
https://www.iubs.org/fileadmin/user_upload/Biology-International/BI/BI_Número_39.pdf#page=51

Zormanová, L. (2014). *Obecná didaktika: pro studium a praxi*. Grada.

Žídková, H., & Knůrová, K. (2017). *Hravý přírodopis 6: učebnice pro 6. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik.

Žídková, H., & Knůrová, K. (2018). *Hravý přírodopis 8: učebnice pro 8. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik.

Žídková, H., & Knůrová, K. (2019). *Hravý přírodopis 9: učebnice pro 9. ročník ZŠ a víceletá gymnázia*. Taktik.

8 Seznam příloh

Příloha 1: otázky k rozhovoru

Příloha 2: návrhy výukových jednotek pro žáky

Příloha 1: otázky k rozhovoru

Otázky k polostrukturovanému rozhovoru na téma mezipředmětové vztahy ve výuce přírodopisu.

1. Na jaké škole vyučujete?
2. V jakých ročnících vyučujete přírodopis?
3. Jakou jste vystudovala aprobaci?
4. Jaká je Vaše délka pedagogické praxe?
5. Jaké využíváte učebnice přírodopisu?
6. Co si představujete pod pojmem mezipředmětové vztahy?
7. Jsou pro vás důležité ve výuce přírodopisu mezipředmětové vztahy?
8. Využíváte ve své výuce mezipředmětové vztahy?
9. Pokud ano, v jakém konkrétním učivu a v jakých ročnících?
10. Když si připravujete přípravu na vyučovací hodiny přírodopisu, přemýšlíte i o zapojení mezipředmětových vztahů?
11. Máte na vaší škole v ŠVP zahrnuté mezipředmětové vztahy?
12. Slyšeli jste někdy o zkratce STEM či STEAM?
13. Kde jste se o STEM dozvěděli?

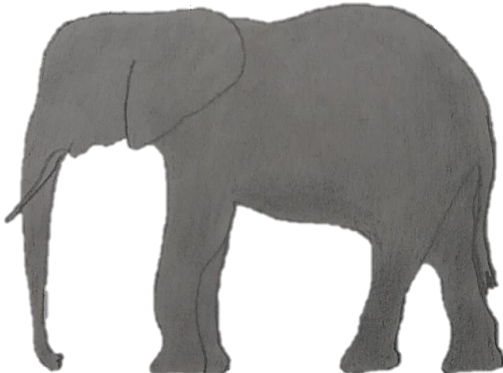
Co podle vás znamená koncept STEM?

Dokázala byste vysvětlit, co se ukrývá pod jednotlivými písmeny S, T, E, M?
14. Myslíte, že by bylo užitečné využívat přístup STEM ve výuce přírodopisu?
15. Chtěla byste ve své výuce využít prvky STEM vzdělávání?
16. Co by vám pomohlo, abyste zařadila STEM do výuky přírodopisu?
17. Napadají Vás témata, kde by se dalo využít STEM vzdělávání? Případně témata, která obvykle bývají pro žáky náročnější na pochopení?

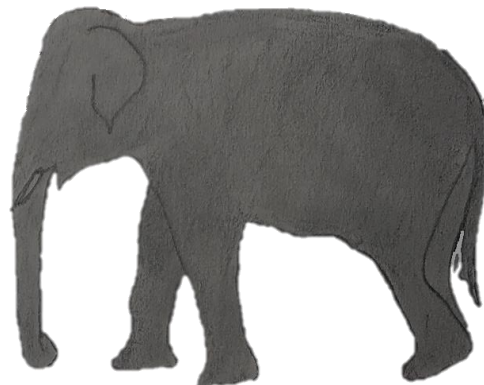
SLONI – ZAOSTŘENO NA CHOBOT

Největší suchozemští býložraví savci, to jsou **chobotnatci**. Charakteristickým znakem chobotnatců je dlouhý, svalnatý a pružný chobot, který vznikl srústem horního rtu s nosem. Mezi chobotnatce se řadí pouze sloni. Sloni mají sloupovité nohy a na chodidlech pružné polštáře. Typickým znakem pro slony jsou kly, což jsou přeměněné horní řezáky. V ústech pak mají již pouze čtyři stoličky. Pokud bychom je viděli v přírodě, všimli bychom si, že žijí ve stádech o počtu 20 až 100 jedinců. Vedoucí stáda bývá obvykle nejstarší a nejzkušenější samice. V současné době na Zemi existují tři druhy slonů: **slon africký, slon indický a slon pralesní**.

- Podívejte se na obrázky slona afrického a slona indického, zakroužkujte 4 rozdíly v čem se liší.



slon africký



slon indický

- Napište, v čem se liší chobot slona afrického od slona indického?



chobot slona afrického



chobot slona indického

.....

- Zamyslete se a odpovězte na otázky:

- K čemu myslíte, že sloni používají chobot?

- Používá sloní mládě chobot k pití mateřského mléka?
Zamyslete se a svou odpověď zdůvodněte.

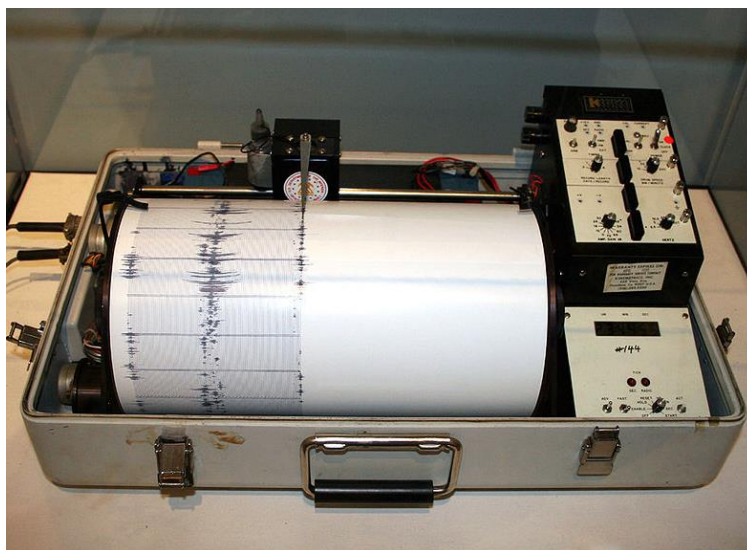
ZAJÍMAVOST:

Mnoho vědců se často inspiruje přírodou, stejně tak je tomu i u sloního chobotu. Vyhledej informace o robotu pracujícího jako sloní chobot.

Sloni využívají chobot i jako komunikační prostředek, díky kterému nejen vydávají zvuk, ale dokonce i zvuk přijímají. Zvukovou komunikaci používají například při láskyplném vábení samic nebo samců, avšak člověk tento zvuk, přesněji infrazvuk neslyší. Zdravý mladý člověk slyší nejčastěji ve frekvenci v rozmezí 16 Hz až 20 kHz. Kdežto slon vydává vábivé zvuky nižší než 20 Hz. Ale pozor, sloní ozývání bývá velmi hlasité a dosahuje intenzity přibližně 120 decibelů, což je stejné jako intenzita zvuku startujícího letadla. Slon vydává infrazvuk jednak chobotem, jednak dusotem nohou.

Až uvidíš slona, jak nastavuje chobot směrem k zemi, je možné, že právě vydává infrazvukové vlny, které rozechvívají půdu a vzduch. Infrazvukové vlny šířené vzduchem následně mohou doputovat k hledanému partnerovi.

A jak vědci zjistili, že sloni vydávají infrazvuk? Pomocí speciálního aparátu **seismografu**.



Obrázek 3 Seismograf od Yamaguchi 先生, licence: CC BY-SA 3.0, dostupné z https://commons.wikimedia.org/wiki/File:Kinematics_seismograph.jpg

Vyrobte si jednoduchý seismograf:

Materiál: 1 krabice, plastový kelímek, bavlnka, silný popisovač, závaží (postačí mince), papír A4, izolepa, nůžky, špejle, pravítko.

Postup:

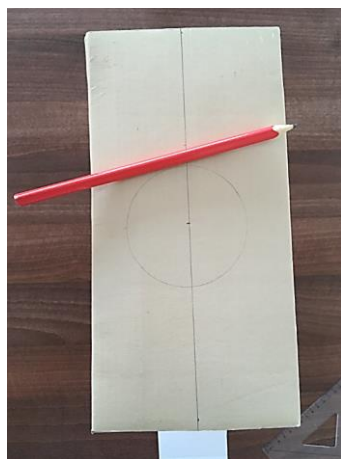
9) Podélně rozstříhnete papír na dvě poloviny a slepte izolepou tak, aby vznikl jeden dlouhý pruh papíru.



10) Postavte krabici na kratší stranu. Do stran krabice vystříhnete otvory ve vzdálenosti asi 1 cm ode dna, kterými poté prostrčíte slepený pruh papíru.



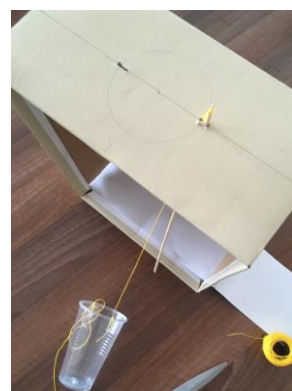
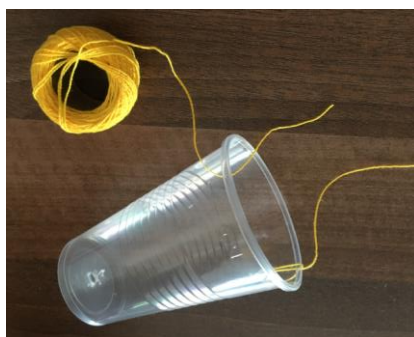
11) Na vrchní straně krabice vyměřte střed. Vezměte kelímek a obkreslete jeho širší okraj tak, aby střed kelímku byl ve vyznačeném středu krabice. K vyznačenému středu přiložte pravítko a protáhněte úsečku vodorovnou s hranou krabice k okrajům obkresleného kelímku.



- 12) Tam kde se úsečka s obkresleným kelímkem prořala, udělejte nůžkami otvory.
- 13) Změřte průměr dna kelímku a doprostřed dna udělejte otvor, do kterého se vejde hrot popisovače.



- 14) Na každou stranu kelímku 1,5 cm pod horním okrajem udělejte 1 díрку. Do každé dírky přivažte jednu bavlnku. Druhý konec bavlnky provlečte otvorem v kartonu, toto proveďte i s druhou bavlnkou. Provlečené bavlnky svažte tak, aby se připevněný kelímek nedotýkal dna krabice a byl zavěšen vodorovně.



- 15) Do zavěšeného kelímku zastrčte popisovač tak, aby z kelímku vyčníval pouze hrot popisovače dotýkající se pruhu papíru.
- 16) Vyzkoušej seismograf v akci (např. pomocí otřesů lavice, krabice, kelímku).



Zvukové dorozumívání savců

- 1) Pojmenujte živočichy rodovými jmény.
- 2) Z nabídky vyberte příslušnou skupinu a doplňte ji k živočichovi.

primáti, letouni, šelmy, kytovci



3) Vyhledejte, kdo z živočichů (ze cvičení 2) využívá k dorozumívání infrazvuk (nízkofrekvenční vlnění nižší než 20 Hz). Vybrané/ho živočichy/a zakroužkujte.

.....

Frekvence vyšší než 20 kHz jsou označovány jako ultrazvuk.

4) Zapište, kolik je 20 kHz hertzů.

.....

5) Načtete QR kód a vyzkoušejte, v jakém rozmezí frekvencí slyšíte vy. Zjištěné hodnoty zapište.

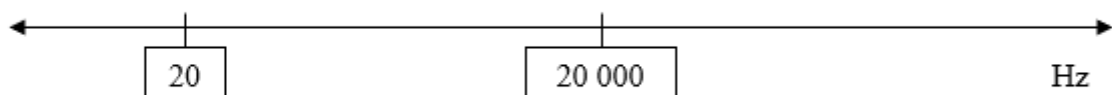


.....

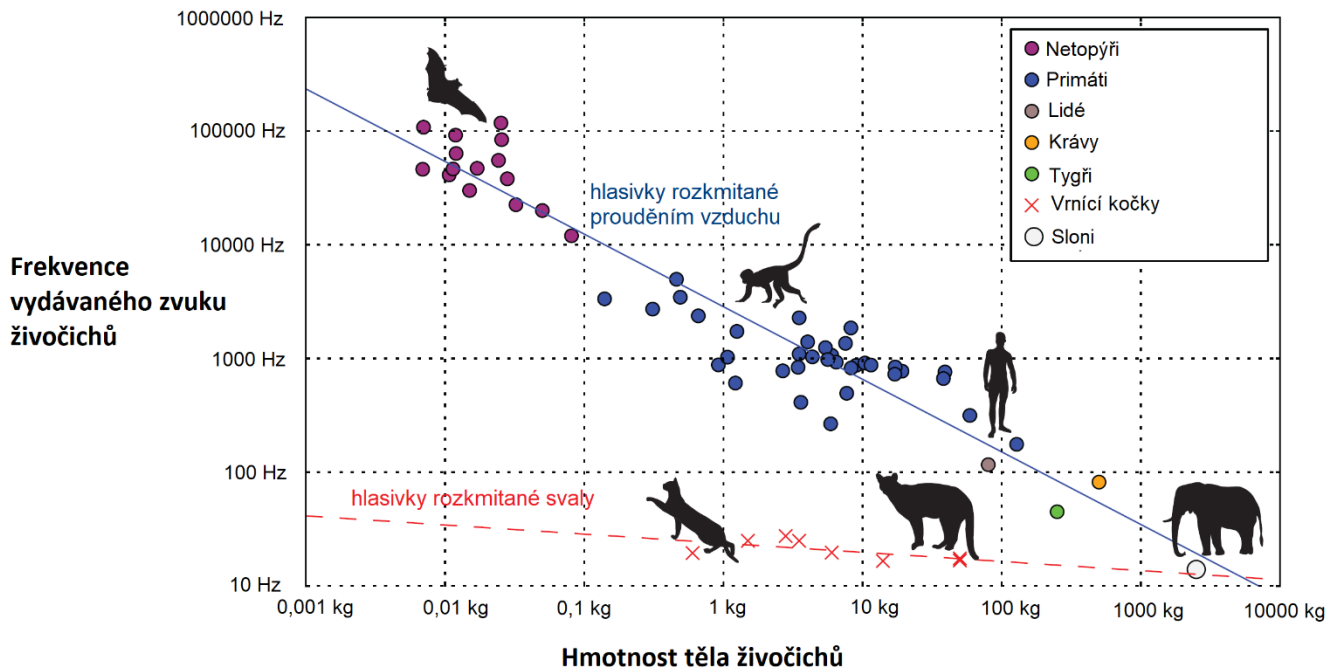
.....

6) Pracujte s osou zobrazující zvukovou frekvenci:

- Na ose vyznačte barevně: rozmezí frekvence zvuku slyšitelného pro člověka, ultrazvuku, infrazvuku.
- Na vyznačená rozmezí na ose zanepte: netopýra, člověka, slona.



7) Pracujte s grafem. Graf ukazuje frekvenci vydávaného zvuku, který využívají zkoumaní savci k dorozumívání. Odpovězte na následující otázky.



- Napište, kteří živočichové z grafu využívají k dorozumívání ultrazvuk?

- Zakroužkujte savce, kteří dokáží rozkmitat své hlasivky ve frekvenci od 100 Hz až 1000 Hz.

netopýři tygři
 primáti vrnící kočky
 lidé sloni
 krávy

- Rozhodněte o pravdivosti tvrzení. (pravda/lež)
 - Vrnící kočka dokáže rozkmitat hlasivky na stejnou frekvenci jako netopýr.
 - Tygři a primáti využívají stejnou frekvenci zvuku.
 - Z grafu je patrné, že čím je živočich těžší, tím jeho hlasivky kmitají nižší frekvencí zvuku.

MOTÝLI: CESTA OD VAJÍČKA K DOSPĚLCI

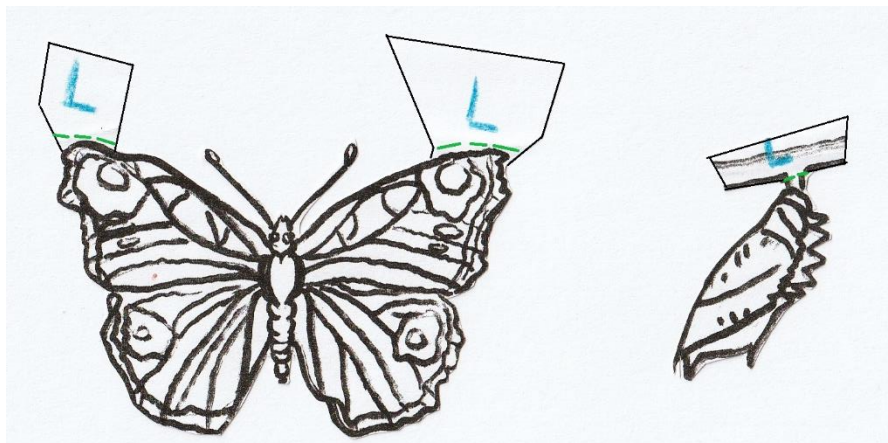
Pojďme nahlédnout do další kapitoly hmyzu, tentokrát hmyzu s proměnou dokonalou, konkrétně do řádu motýli.

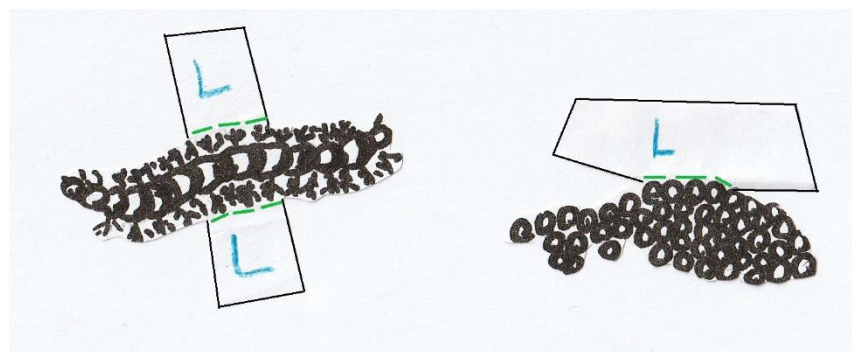
Už jste je také zahlédli? Nádherná, pestrobarevná stvoření s originálními křídly? Řeč je o motýlech.

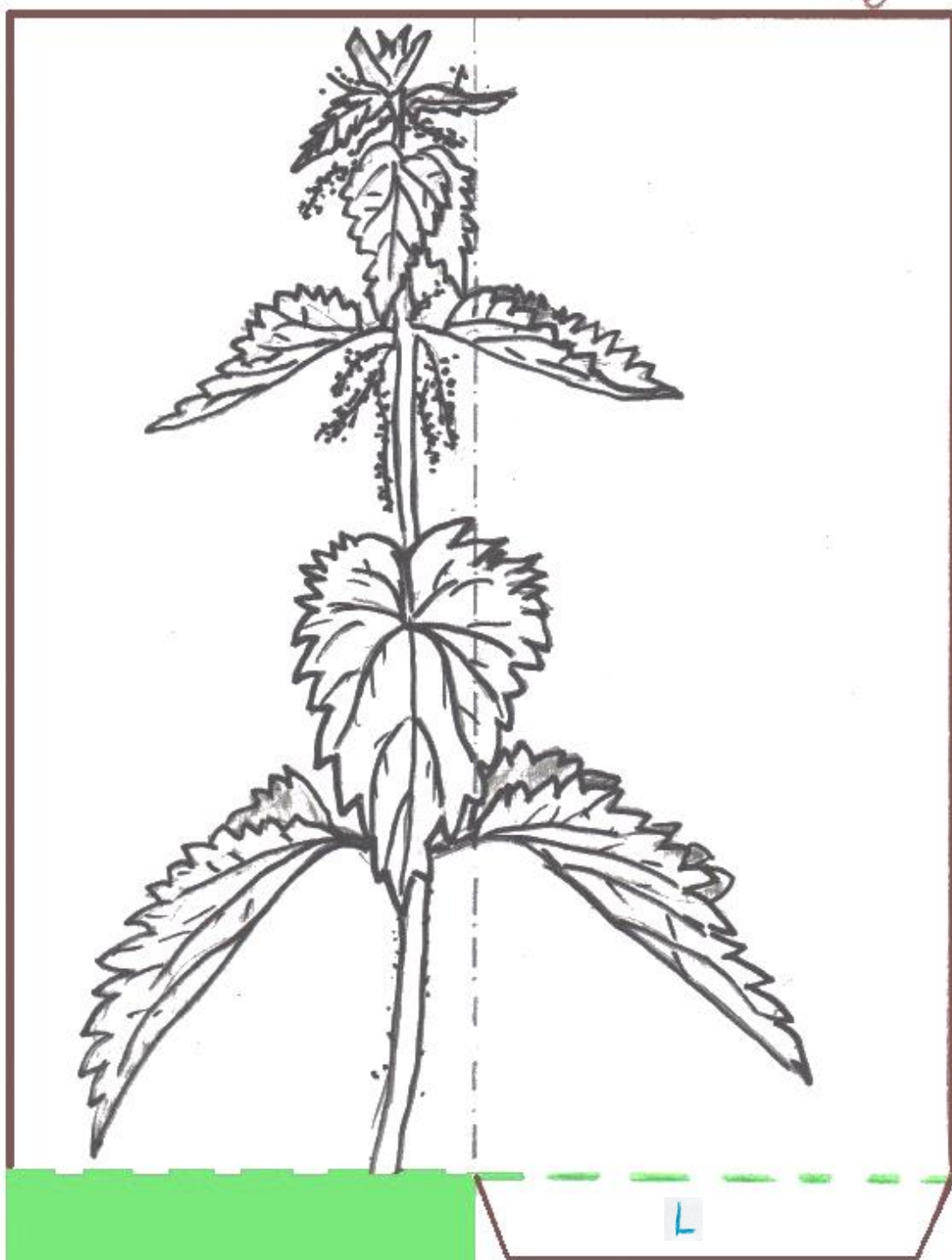
3D PAPIROVÝ MODEL VÝVOJOVÉHO CYKLU MOTÝLA:

ŠABLONA:

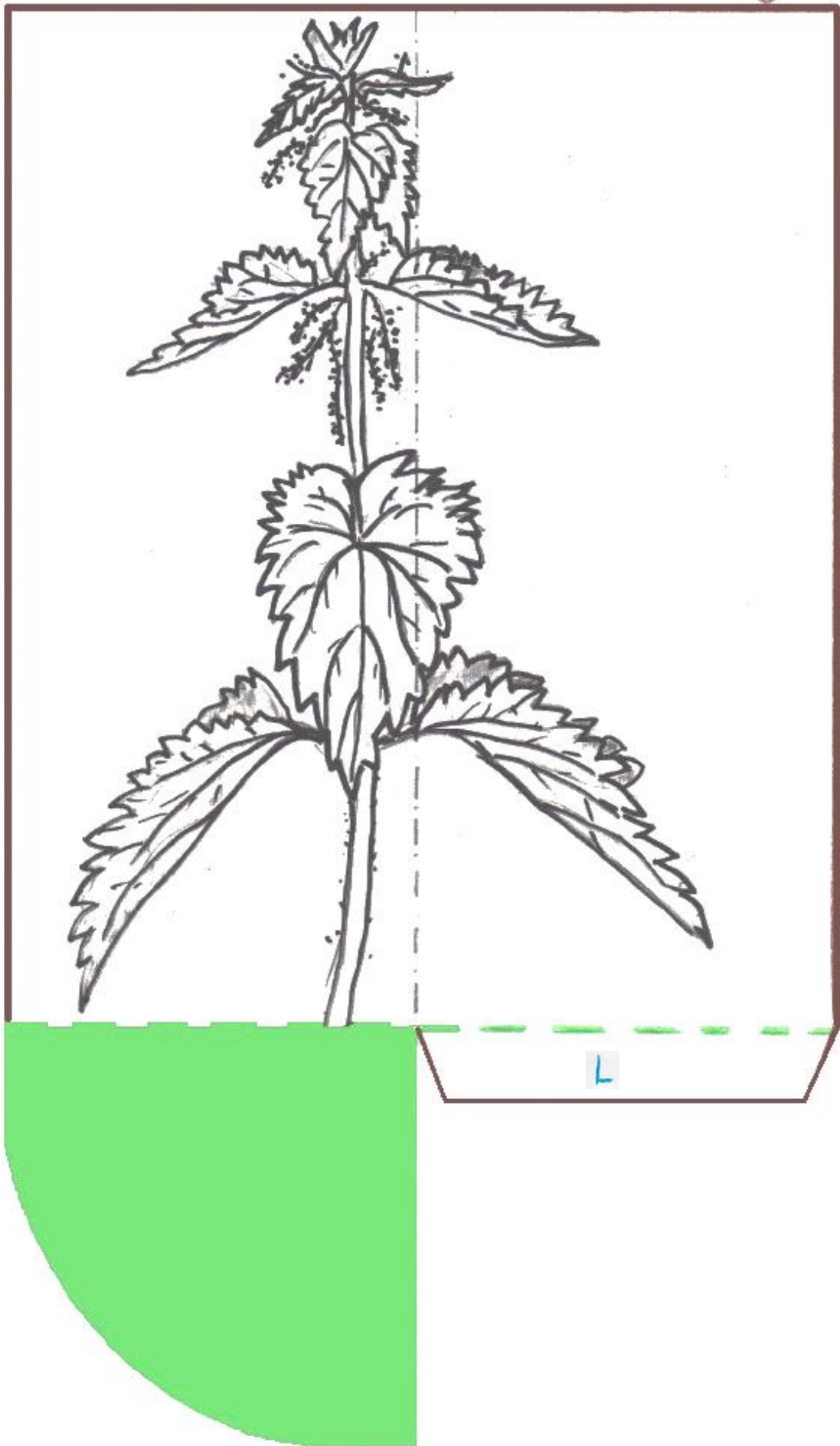
2) Pojmenujte jednotlivá stádia vývoje motýla:

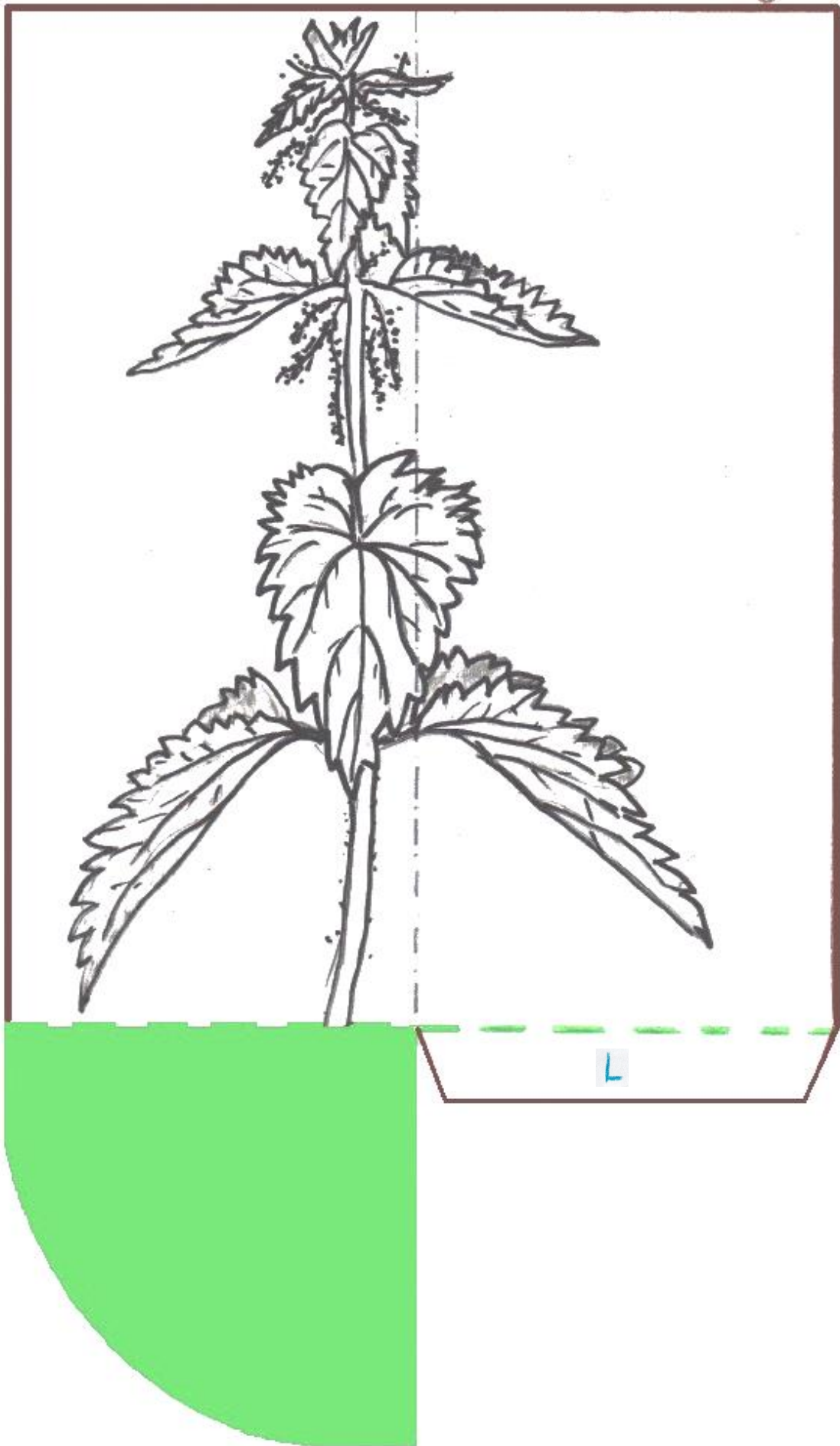


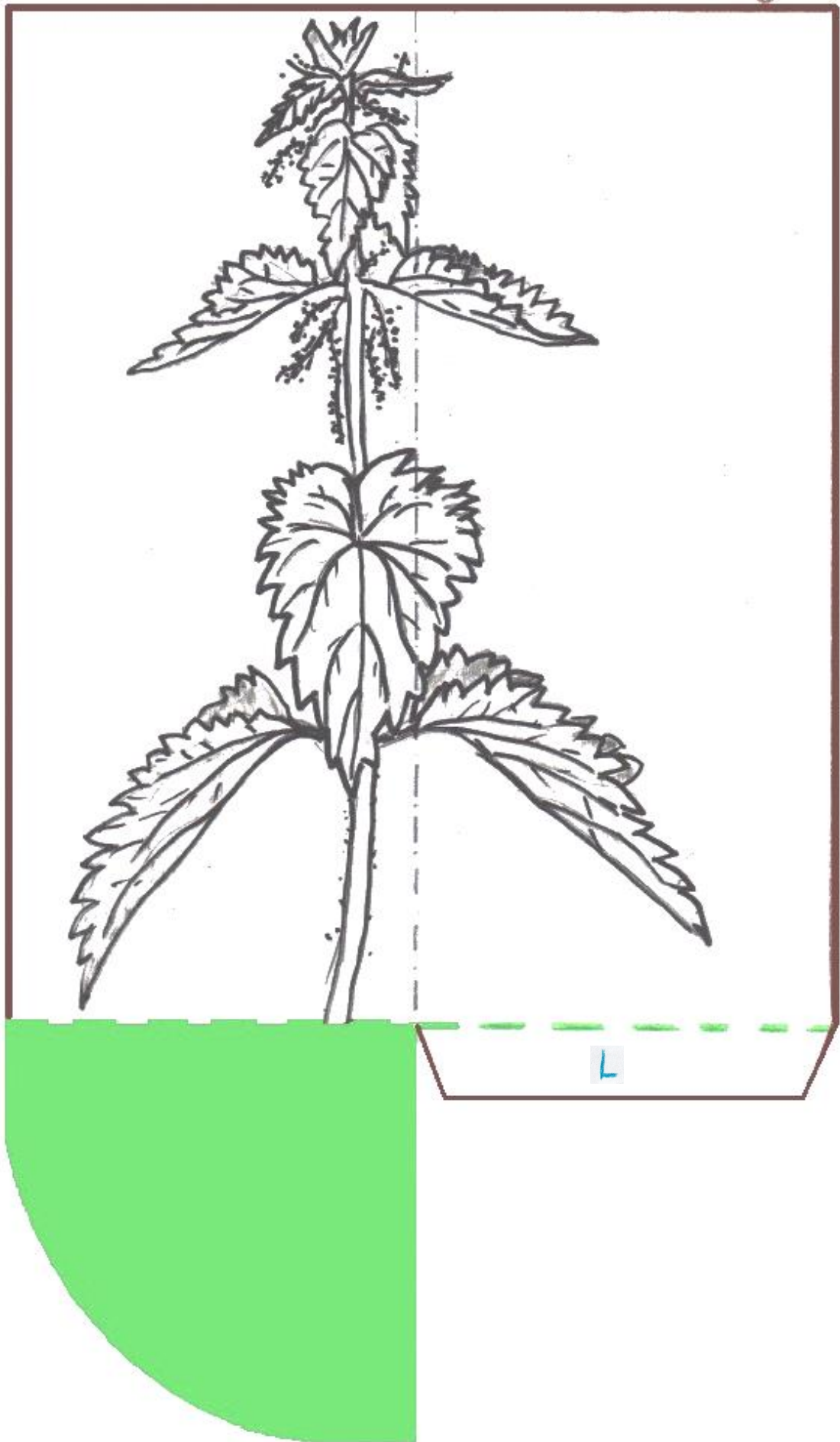




2) Napište název rostliny
na obrázku:










3) Podle návodu sestavte 3D papírový model vývojového cyklu motýla.

pomůcky: šablony, pastelky, lepidlo, nůžky

- vybarvěte šablony
- přehněte na vyznačeném místě 
- vystříhněte 
- slepte 



KRÁSA MOTÝLÍCH KŘÍDEL

Pestré barvy, různorodé ornamenty, krása motýlích křídel zaujala nejednoho umělce. Pojďme je prozkoumat blíže.

Křídla motýlů bývají pokrytá nejčastěji plochými šupinkami.

Šupinky jsou přeměněné chloupky a svým uspořádáním na křídlech připomínají tašky na střeše. Někteří motýli mají až 600 šupinek na mm^2 , jiní mohou mít křídla bez šupinek (např. nesytka sršňová).

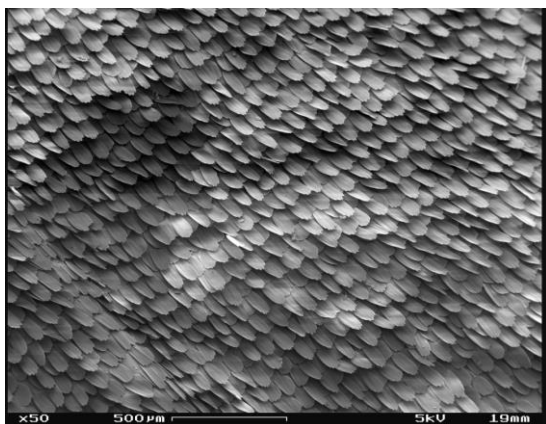


babočka paví oko

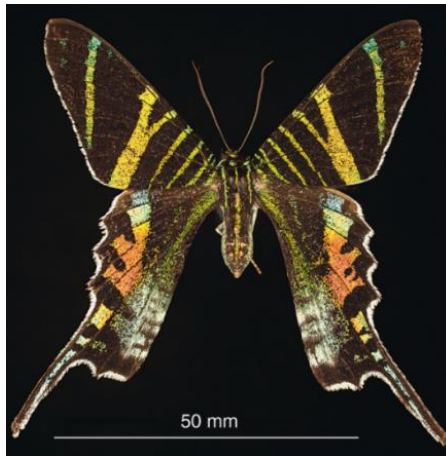


mnohonásobně zvětšené šupinky na křídle babočky paví oko, snímek ze skenovacího elektronového mikroskopu

7) Spočítejte kolik šupinek má motýl na 1 mm^2 ?



8) Zjistěte jak velkou plochu zaujímají křídla motýla.



9) Zamyslete se a zodpovězte následující otázky:

C) Co je to za prášek, který nám zůstává při neobratném polapení motýla na prstech?

D) Co způsobuje barevnost křídel motýlů?



Zajímavost:

Norský fotograf Kjell Bloch Sandved se do křídel motýlů nadchl tak, že je začal fotografovat. Vydal knihu s názvem *Abeceda motýlů (The Butterfly Alphabet)*, kde jsou fotografie křídel motýlů s ornamenty připomínající písmena a čísla. Písmena i celé texty z fotografií křídel motýlů naleznete zde:



- 10) Zapojte vaši fantazii a vyznačte, co nejvíce ornamentů (tvary, písmena, číslice) na fotografiích křídel motýlů žijících u nás.



otakárek fenyklový



pestrokřídlec podražcový



přástevník medvědí



babočka bílé C



jasoň červenooký

11) Doplňte vynechaná slova do textu.

U hmyzu rozlišujeme několik typů ústního ústrojí. Většina housenek má vytvořené_____ústní ústrojí,



hranostajník vrbový:
housenka

pomocí kterého ukusují
pletiva _____.

U některých dospělců motýlů
se vyvinulo_____ústní
ústrojí. Typickým znakem
pro dospělé motýlů bývá
sosák, kterým nejčastěji
sají_____.



babočka admirál:
dospělec

Sosák vznikl propojením obou čelistí do jediného
trubicovitého útvaru. V klidovém stavu je stočený do
spirály o 2,5 až 7 otoček.

Na špičce sosáku se nachází senzorycké výběžky, které jsou
citlivé např. na cukry, ethanol, a také informují o poloze
hrotu sosáku v květu. Stočení sosáku umožňují dvě sady
svalů. Pomocí pumpování hemolymfy do sosáku se sosák
natáhne.

Aktivní nasávání nektaru sosákem do trávicího ústrojí
umožňuje pumpa, která se rytmicky stahuje. Pumpa vzniká
přeměnou ústní dutiny a jícnu.



TIP na doma: Jak nalákat motýly na zahrádku?

Potřebujete: hrnek teplé vody, ¼ hrnku cukru, misku,
barevný talíř, 2 barevné houbičky na nádobí, lžičky

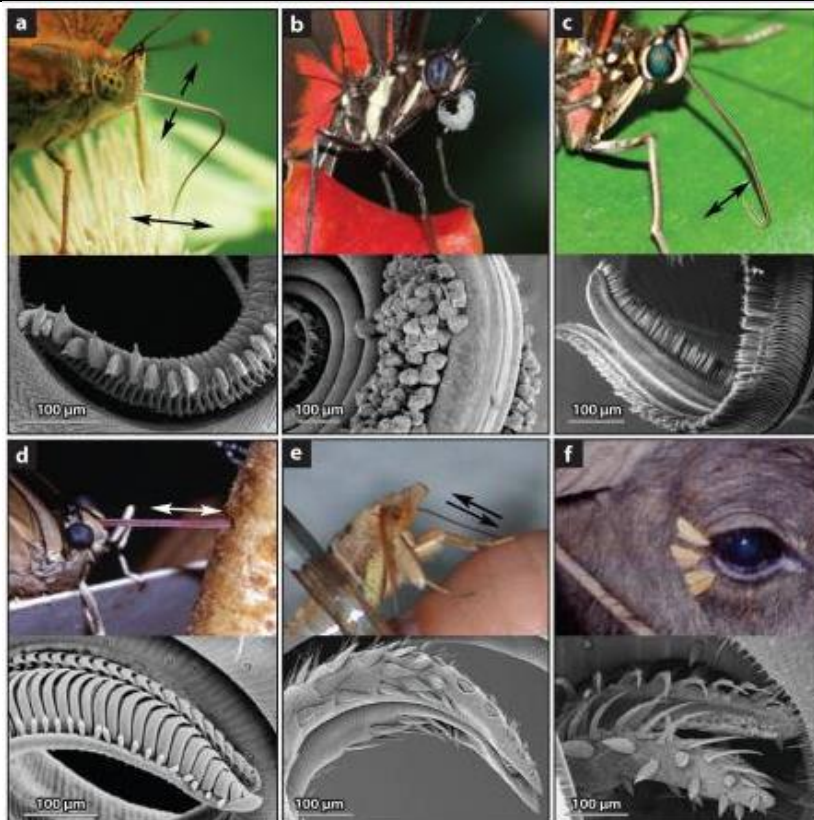
- 1) Do misky nalijte teplou vodu a přisypej všechen cukr. Roztok míchejte do té doby, než se cukr zcela rozpustí.
- 2) Na talíř umístěte 2 barevné houbičky.
- 3) Talíř přesuňte ven na zahradu, položte ho k blízkosti záhonu.
- 4) Roztok nalijte na houbičky. Houbičky roztok absorbují.
- 5) Po nějaké době, můžete pozorovat, jak motýli přilétají.

Existují motýli, kteří nesají pouze nektar.

12) Pozorně se podívejte na obrázky. Do tabulky doplňte popis obrázků a až f.

- Motýl sající oční sekret buvola, sosák má rašplovité struktury.
- Motýl požírající pylová zrna, na sosáku je vidět množství ulpívajícího pylu.
- Motýl s kartáčovitým sosákem používajícího k oškrabávání povrchů.
- Motýl sající krev, ostrý sosák nese bodavou výzbroj.
- Motýl sající nektar, vrchol sosáku má štíhlý.
- Motýl bodající sosák do ovoce, sosák je opatřen velmi silným vrcholem.

<i>písmeno obrázku</i>	<i>popis obrázku</i>
<i>a</i>	
<i>b</i>	
<i>c</i>	
<i>d</i>	
<i>e</i>	
<i>f</i>	



JAK SE MNOŽÍ BAKTERIE?

Jednou z nejrozšířenějších skupin organismů na Zemi jsou bakterie. Nalezneme je nejen všude kolem nás, ale dokonce i v nás! V nepříznivých podmínkách dokáží přežít pomocí „schránek“ spor. V optimálních podmínkách se rychle množí.

Tvorba modelu: příčné dělení bakteriální buňky

Pomůcky pro 1 dvojici:

- plastelína: 1x kvádr oranžové, 1x kvádr béžové, 1x kvádr zelené, 1x kvádr černé, 1x kvádr žluté, modelovací podložka, nožik na plastelínu, fotoaparát/mobilní telefon s fotoaparátem/ tablet, počítač, papír A4, tiskárna

Postup:

- **1) mateřská buňka:**
 - Z 1/2 kvádrů černé plastelíny vymodelujte ovál. Z 1/3 kvádrů oranžové plastelíny vymodelujte ovál, který je menší než černý.
 - Ovály nalepte na sebe. Zvedněte okraje tak, abyste vytvořili „mističku“, která znázorňuje průřez bakterií. Zvýšené okraje představují buněčnou stěnu spolu s plazmatickou membránou.
 - Z 1/6 kvádrů béžové plastelíny vymodelujte dlouhý váleček, jež následně nakrájejte na kratší úseky, a tím vytvoříte vlásky (fimbrie), které jsou na povrchu bakterie.
 - Fimbrie upevněte na povrch.
 - Z 1/12 kvádrů zelené plastelíny vytvořte dlouhý velmi tenký váleček.
 - Z 1/12 kvádrů žluté plastelíny vymodelujte stejně dlouhý váleček.
 - Žlutý a zelený váleček navzájem obmotejte, poté vzniklou šroubovici spojte do kruhu, který znázorňuje molekulu DNA (genetickou informaci) uvnitř bakterie.
 - Molekulu DNA vložte do prostřed mateřské buňky.
 - VZNIKLOU MATEŘSKOU BUŇKU VYFOTOGRAFUJTE.

- **2) mateřská buňka se zdvojenou genetickou informací (DNA) :**
 - Nyní vytvořte další molekulu DNA, která bude stejná jako první molekula DNA:
 - Z 1/12 kvádrů zelené plastelíny vymodelujte dlouhý velmi tenký váleček.
 - Z 1/12 kvádrů žluté plastelíny vytvořte stejně dlouhý váleček.
 - Žlutý a zelený váleček navzájem obmotejte, poté vzniklou šroubovici spojte do kruhu, který znázorňuje molekulu DNA (genetickou informaci) uvnitř bakterie.
 - Nově vzniklou molekulu DNA vložte do mateřské buňky.
 - MATEŘSKOU BUŇKU SE ZDVOJENOU GENETICKOU INFORMACÍ (DNA) VYFOTOGRAFUJTE.

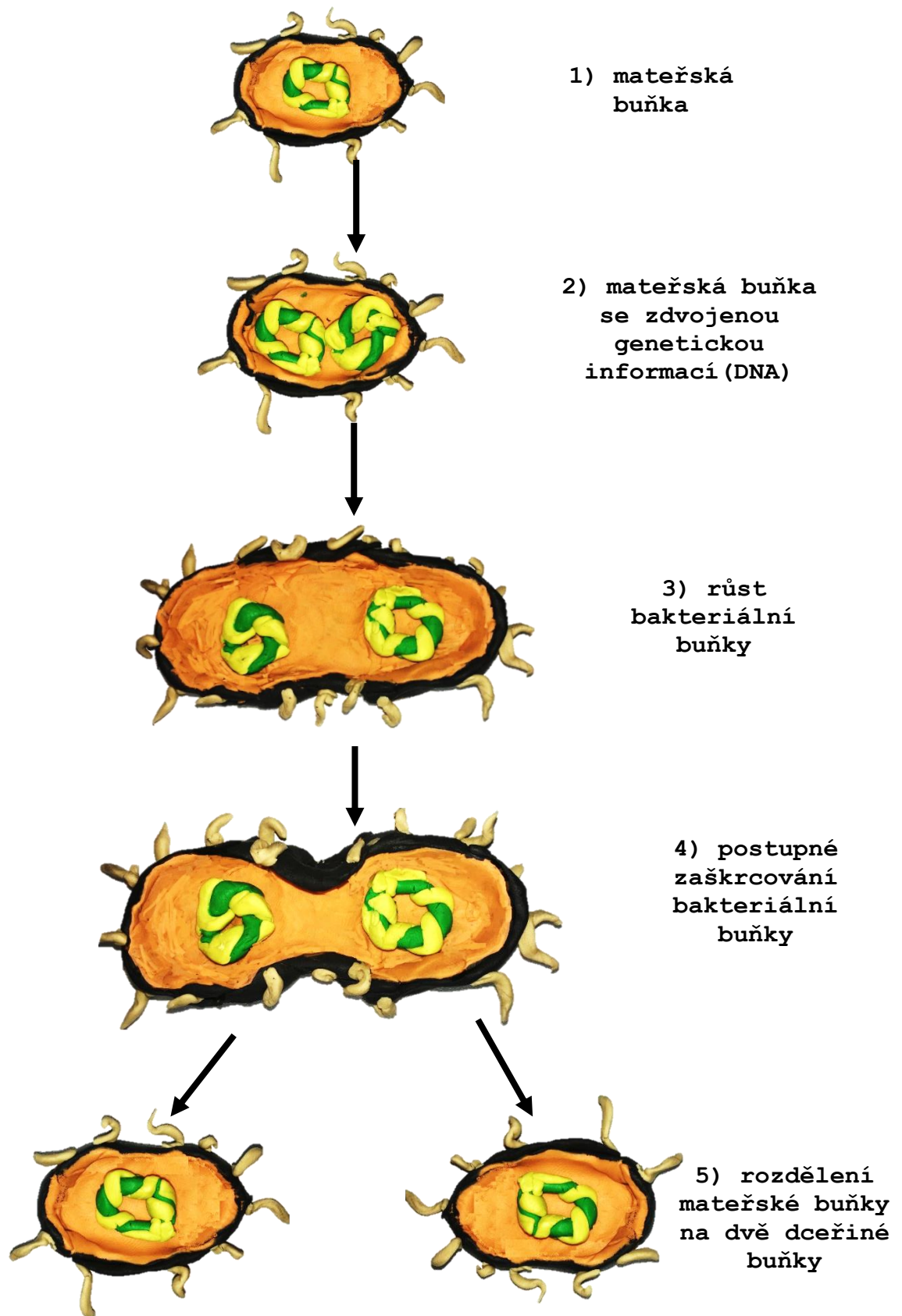
- **3) růst bakteriální buňky:**
 - Dělicí se bakteriální buňka roste, proto protáhněte do délky buňku, následně do mateřské buňky přidejte černou a oranžovou plastelínu tak, aby se buňka zvětšila přibližně dvojnásob. Molekuly DNA umístěte k protichůdným okrajům buňky.
 - NÁSLEDNĚ VYFOTOGRAFUJTE.

- **4) postupné zaškrcování bakteriální buňky:**
 - Okraje uprostřed buňky vmáčkněte dovnitř mezi molekuly DNA.
 - VYFOTOGRAFUJTE.

- **5) rozdělení mateřské buňky na dvě dceřiné buňky:**
 - Nyní oddělte obě části od sebe, vzniknou dvě jednotlivé buňky.
 - VYFOTOGRAFUJTE.

- **6) úprava fotografií modelu dělení bakterie:**
 - Vzniklé fotografie nahrajte do počítače.
 - Fotografie editujte ve Wordu či v jiném programu.
 - K jednotlivým fotografiím doplňte popisky.
 - Následně vytiskněte a nalepte do sešitu.

Příčné dělení bakteriální buňky



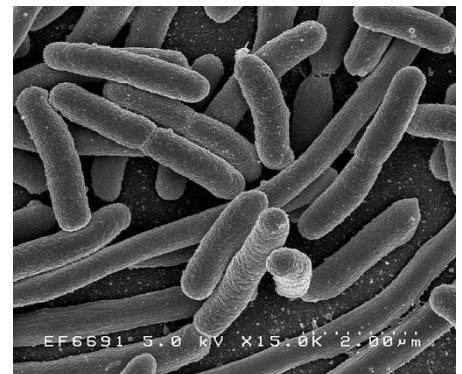
Bakterie v příznivých podmínkách se mohou rozmnožovat velmi rychle pomocí příčného dělení. Z jedné mateřské buňky vznikají vždy dvě dceřiné buňky. Délka jednoho rozmnožovacího cyklu trvá 20 až 150 minut.

1) Doplňte tabulku rozmnožovacího cyklu bakterií:

<i>počet původních mateřských buněk</i>	1	2	3	4	n
<i>počet vzniklých dceřiných buněk</i>		4			2^n

Bakterie *Escherichia coli* žijící v tlustém střevě člověka se v optimálních podmínkách dělí každých 20 minut.

2) Vypočítejte, kolik vznikne bakterií *E. coli* z jedné mateřské buňky za 12 hodin za optimálních podmínek?



tyčinkovité bakterie *Escherichia coli* ve skenovacím elektronovém mikroskopu



U dospělého člověka se nachází ve střevech 1 až 1,5 kg bakterií.

Z výzkumu z roku 2016 je patrné, že průměrná tělesná výška českého muže je 178,58 cm a hmotnost činí 80,86 kg. Průměrná výška české ženy je 165,99 cm a hmotnost činí 65,67 kg.

3) Vypočítejte, kolik procent tělesné hmotnosti průměrného muže zaujímá 1,5 kg bakterií žijících ve střevech.

Zamyslete se nad následujícími otázkami, své nápady zapište, poté diskutujte ve dvojici.

3) Jaké podmínky jsou pro bakterii *E. coli* optimální?

4) Proč *E. coli* žije v našich střevech?

5) Co může populaci *E. coli* v našem střevě poškodit?

6) Co znamená, když se zjistí přítomnost bakterie *E. coli* ve vodě v přírodě?

POZOR! PATOGENNÍ BAKTERIE ÚTOČÍ

Už jste někdy museli brát antibiotika? Proč se musejí antibiotika dobrat, přestože se už po pár dnech cítíte lépe? Možná vás to překvapí, ale je to z toho důvodu, že pokud nedoberete předepsanou dávku antibiotik, přispějete k vytvoření „superbakterií“, které budou odolné vůči antibiotikům!

Pomocí této aktivity zjistíte, jak se mohou „superbakterie“ vyvinout.

Materiál: 15 hracích kostek jedné barvy, 5 hracích kostek jiné barvy, propisovací tužka, záznamový arch

Postup hry:

- 1) Kostky rozdělte podle barvy do dvou hromádek.



Zamyslete se, která hromádka znázorňuje citlivé bakterie (vůči antibiotikům neodolné) a která rezistentní bakterie (vůči antibiotikům odolné)?

- 2) Zapište, jaká barva hracích kostek představuje **rezistentní** bakterie a která **citlivé** bakterie na antibiotika.

rezistentní bakterie = -----

citlivé bakterie = -----

- 3) Ve dvojici se domluvte, kdo z vás bude házet kostkami znázorňujícími rezistentní bakterie a kdo kostkami znázorňující citlivé bakterie.
- 4) Každý hod hracích kostek odpovídá použití jedné dávky antibiotik. **Rezistentní** bakterie přežijí, pokud je na hracích kostkách příslušné barvy číslo 2, 3, 4, 5, 6. **Citlivé** bakterie přežijí pouze tehdy, když na kostkách příslušné barvy padne číslo 6.



Zamyslete se, které bakterie spíše přežijí (rezistentní X citlivé)? Vaši domněnku zdůvodněte.

- 5) Smíchejte všechny kostky a začněte házet. Kostky, které znázorňují bakterie, které zemřely dejte na stranu. Do záznamového archu zapište, kolik bakterií **rezistentních** i **citlivých** po každém hodu přežilo.



Kolik bylo potřeba hodů k zabití všech citlivých bakterií na antibiotika?



Kolikrát jste hodili hracími kostkami, abyste vyhubili rezistentní bakterie?



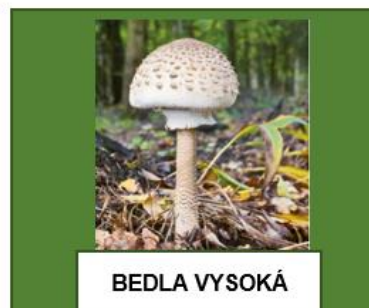
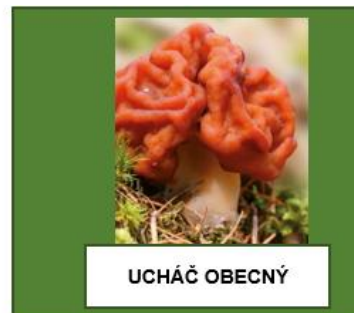
Proč je nechtěné, aby vznikaly „superbakterie“ tedy rezistentní bakterie?

HOUBY, HOUBY, HOUBIČKY

- **Materiál:** 18 kartiček s ilustracemi hub
- **Postup hry:**
 - Na lavici se rozloží 18 kartiček s ilustracemi hub. Následně kartičky hráči rozdělí do tří skupin: 1. skupina obsahuje 5 kartiček, 2. skupina obsahuje 6 kartiček, 3. skupina obsahuje 7 kartiček.
 - Hráči postupně odebírají jednu až tři kartičky. Kartičky lze odebrat při jednom tahu pouze z jedné hromádky a každou odebranou houbu musí hráč správně pojmenovat. Prohrává ten hráč, na kterého zbyde na lavici poslední kartička.

Kartičky:





DIGITÁLNÍ FUNGARIUM aneb digitální herbář hub

Pokyny pro tvorbu fotografického herbáře hub pro dvojici:

- fungarium bude obsahovat alespoň 8 druhů hub
- lze vyfotografovat i chráněné houby
- k určení hub lze používat mobilní aplikace: např. „Aplikace na houby“, „Rozpoznávání hub“ atd., tištěné atlasy hub, mykologická fóra.



Podoba fotografií:

- na každé fotografii bude zachycen štítek s vaším jménem (dostanete od vyučujícího)
- do fungaria zařazujte vždy 1 fotografii celé plodnice na jejím stanovišti, detailnější fotografie různých částí houby
- vkládejte pouze kvalitní fotografie (v případě potíží s ostřením, lze vyfotografovat objekt proti listu papíru)

Podoba digitálního fungaria:

- fungarium se odevzdává v online podobě, např. PowerPoint prezentace, pdf, dokument ve Wordu, atd.
- na začátku dokumentu umístěte seznam vyfotografovaných hub (seřazený abecedně)
- jednotlivé fotografie hub opatřete štítkem obsahující tyto informace:
 - český název houby
 - vědecký název houby
 - místo sběru
 - datum sběru

Hodnocení:

- vaše vytvořené fungarium budete prezentovat před třídou
- při prezentaci vždy zmíníte:
 - o které houby jste vyfotografovali a kde
 - o z fungaria vyberte 2 zástupce, které porovnáte mezi sebou (popíšete rozdíly nebo společné znaky)
 - o na konci prezentace zhodnotíte vaši práci, mohou vám napomoci tyto otázky:
 - Jak se vám spolupracovalo ve dvojici? Rozdělili jste si ve skupině úkoly?
 - Splnili jste všechny zadané pokyny k tvorbě fungaria?
 - Myslíte, že vám byla tvorba fungaria k něčemu přínosná?

- Měli jste nějaké potíže: při hledání hub, fotografování, digitálním zpracování?

Nezapomeňte:

- česká jména hub se píší malými písmeny (např. hřib smrkový), výjimkou jsou vlastní jména (např. ucho Jidášovo)
- vědecká jména hub se píší s počátečním velkým písmenem a kurzívou (např. *Boletus edulis*)
- stažení fotografií z internetu či použití fotografií od jiné osoby představuje plagiátorství, pokud jméno autora případně jeho souhlas neuvedete

Ukázka možné podoby položky ve fungariu:



lupeny na spodní straně klobouku

český název houby	penízovka vřetenonohá
vědecký název houby	<i>Gymnopus fusipes</i>
místo sběru	Alej k Bezdrevskému potoku
datum sběru	14. 6. 2022



TIP: než se vydáte do lesa, podívejte se na mapu pravděpodobnosti růstu hub



Houby aneb co skrývá plodnice?

Češi jsou označováni jako „národ houbařů“. Nauč se poznávat houby i ty! Mezi nejzákladnější poznávací znaky plodnic hub patří:

- klobouk (jeho tvar, povrch, barva)
- rouško = výtrusorodá vrstva (lupeny, rourky)
- třeň (tvar, pochva).

Pamatuj, sbírej pouze plodnice hub, které velmi dobře znáš!

POZOROVÁNÍ PLODNICE HUB:

1) doplň tabulku:

tvar klobouku:	
povrch klobouku:	
typ rouška:	
povrch třeně:	

2) Napiš název pozorované houby:

3) Podívej se na pozorovanou houbu, je toto celá houba? Svou odpověď zdůvodni.

4) Zamysli se, jaký tvar mají výtrusy v roušku? Svoji představu zakresli.

KRÁSA VÝTRUSŮ

Důležitou roli v rozmnožování hub zaujímají výtrusy. Výtrusorodá vrstva (rouško) s výtrusy bývá umístěna na spodní ploše klobouku plodnice hub. Podle uspořádání rouška rozlišujeme houby rourkaté a houby lupenaté. Po dozrání výtrusy vypadají a na vhodném podkladu vyklíčí v tenké vláknité podhoubí. Z podhoubí již může vyrůst plodnice a celý cyklus rozmnožování může začít nanovo.

POZOROVÁNÍ VÝTRUSŮ

Pomůcky: zralá plodnice hub, špejle, krycí a podložní sklíčko, mikroskop, kapátko s vodou, psací potřeby

Postup:

- 1) Na podložní sklíčko kápněte kapku vody.
- 2) Špejlí odeberte výtrusy z rouška a naneste je do kapky vody.
- 3) Krycím sklíčkem přikryjte kapku vody s výtrusy.
- 4) Vzniklý mikroskopický preparát umístěte na stolek se svorkami.
- 5) Zapněte mikroskop a začněte pozorovat, objektivy volte od nejmenšího zvětšení po největší.
- 6) Podle zásad mikroskopického nákresu vytvořte **nákres** pozorovaných výtrusů:
 - pozorovaná houba:
 - zvětšení:

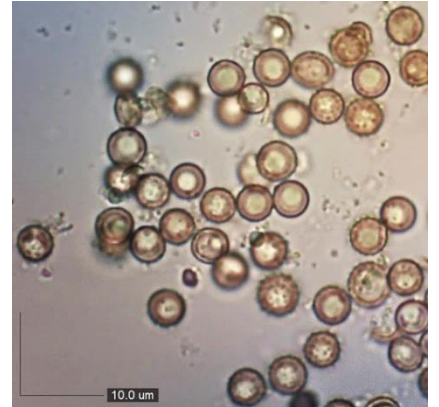


7) Závěr:

8) V čem se liší promítnuté výtrusy?

9) Doplň text o výtrusech pýchavky palicovité.

Výtrusy mají _____ tvar a jsou
bradavčité. V průměru měří 3,5 až 5
μm, což je _____ mm.



VÝTRUSOGRAM

Pomůcky: lupenatá houba, papírová čtvrtka, kuchyňský nožik, kelímek, dřevěné prkénko, lak na vlasy

Postup:

- 1) Na dřevěném prkénku opatrně odkrojte klobouk od třeně.
- 2) Klobouk otočte tak, aby rouško směřovalo k lavici a položte ho na papírovou čtvrtku.
- 3) Klobouk přikryjte kádinkou/sklenicí a takto ponechte minimálně 24 hodin.
- 4) Po uplynutí doporučeného času, opatrně odejměte klobouk.
- 5) Vzniklý výtrusogram opatrně přestříkejte lakem na vlasy.
- 6) Po zaschnutí laku na vlasy porovnejte výtrusogramy se spolužáky.
- 7) Na základě vytvořeného výtrusogramu doplňte tabulku:

Přibližný obsah výtrusorodého rouška z výtrusogramu:	
Přibližný obsah třeně z výtrusogramu:	
Přibližný obvod vnějšího výtrusorodého rouška z výtrusogramu:	
Přibližný obvod vnitřního výtrusorodého rouška z výtrusogramu:	