



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

Bakalářská práce

# Mezipředmětové vztahy fyzika – přírodopis ve výuce fyziky na ZŠ

Vypracoval: Veronika Pechová  
Vedoucí práce: doc. PaedDr. Jiří Tesař, Ph.D.  
České Budějovice 2021

## PROHLÁŠENÍ

Prohlašuji, že v souladu s § 47b zákona č. 111/1998 Sb. v platném znění souhlasím se zveřejněním své bakalářské práce, a to v nezkrácené podobě 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, dne 8.7.2021

.....

Veronika Pechová

## **Anotace**

Má bakalářská práce se věnuje mezipředmětovému vztahu fyziky – přírodopisu a jejímu vyučování na druhém stupni základní školy. V úvodu se zaměřuji na trend integrované výuky a mezipředmětovým vztahům obecně. V práci dále nalezneme jednotlivé fyzikální jevy, které se vyskytují v učebnicích přírodopisu. V kapitole „Analýza vytypovaných fyzikálních jevů v učebnicích přírodopisu“ se potom zaměřuji na zvuk a světelné jevy. A nakonec můžeme v bakalářské práci naléznout pár návrhu na praktickou výuku ve školách.

## **Annotation**

My bachelor's thesis deals with the interdisciplinary relationship between physics and biology and its teaching at the second stage of primary school. In the introduction I focus on the trend of integrated teaching and interdisciplinary relationships in general. In my bachelor's thesis we can find individual physical phenomena from biology textbooks. In the chapter called „Analysis of selected physical phenomena in biology textbooks“ I will focus on sound and light. At the end of the bachelor's thesis I also mentioned some suggestions for practical teaching in schools.

## **Klíčová slova**

Fyzika, přírodopis, mezipředmětová výuka, rámcový vzdělávací program, žák, fyzikální jevy, příroda, věda, zvířata, zvuky, světelné jevy, výuka, učebnice

## **Keywords**

Physics, biology, interdisciplinary teaching, framework educational program, pupil, physical phenomena, nature, science, animals, sounds, light phenomena, lessons, textbooks

## **Poděkování**

Za odborné vedení mé bakalářské práce, velkou míru trpělivosti a ochoty, rychlost, lidský přístup a také za cenné a velmi podnětné rady při zpracování práce děkuji vedoucímu práce doc. PaedDr. Jiřímu Tesařovi, Ph.D.

## Obsah

1	Úvod .....	1
2	Mezipředmětové vztahy .....	3
3	Fyzikální jevy v učebnicích přírodopisu a naopak .....	5
3.1	Přírodopis 6: Zoologie a botanika pro základní školy [11] .....	5
3.2	Přírodopis 7: Zoologie a botanika pro základní školy [12] .....	9
3.3	Přírodopis 8: Biologie člověka pro základní školy [13] .....	13
3.4	Přírodopis 9: Geologie a ekologie pro základní školy [14] .....	18
4	Analýza vytypovaných fyzikálních jevů v učebnicích přírodopisu .....	27
4.1	Zvuk .....	27
4.1.1	Zvuky vydávané zvířaty .....	27
4.1.2	Sluchové ústrojí v živočišné říši .....	29
4.1.3	Výuka .....	31
4.1.4	Návrh na výuku – Zvuk okolo nás .....	32
4.2	Světelné jevy .....	33
4.2.1	Světlo a organismy .....	34
4.2.2	Oko .....	35
4.2.3	Oční vady .....	37
4.2.4	Mikroskop .....	38
4.2.5	Laboratorní cvičení – práce s mikroskopem .....	39
5	Dotazníkové šetření .....	40
5.1	Úvod .....	40
5.2	Vyhodnocení dotazníku .....	40
5.3	Závěr .....	42
6	Závěr .....	43
7	Přílohy .....	44
7.1	Příloha č.1 .....	44
7.2	Příloha č.2 .....	46
7.3	Příloha č.3 .....	49
8	Seznam použité literatury .....	51



## 1 Úvod

Jako jediná studentka v ročníku s aprobačí fyzika a přírodopis na Jihočeské Univerzitě jsem si vybrala právě téma mezipředmětových vztahů fyzika-přírodopis. Chtěla jsem sama sobě dokázat, že fyzika je skutečně všude kolem nás.

V dnešní době se objevuje trend tzv. integrovaného vyučování, který využívá právě mezipředmětových vztahů. *„Integrovaný vyučovací předmět záměrně propojuje vzdělávací obsah několika oborů na základě tematické blízkosti. Sjednocujícím prostředkem je nejen téma, ale i cíl výuky. Integrované kurikulum je založeno především na multilaterálních vazbách v obsahu učiva, které umožňují poznání světa jako celku.“* [1]

*„Integrovaná výuka výrazně uplatňuje mezipředmětové vztahy a klade důraz na propojení teorie s praktickým životem. Integrovaný vyučovací předmět (...) slučuje několik tradičně izolovaných předmětů nebo témat obsahu vzdělávání. Učební plán školy potom zahrnuje menší počet vyučovacích předmětů, z nichž některé jsou integrovány, namísto velkého počtu jednotlivých předmětů.“* [2]

Uvedme si příklad: *„Žáci se učí značkám základních prvků periodického systému. Učitel jim ukazuje, jak důležité je vyjadřovat se v rámci vědy přesně. Následně žáci aplikují pravidla anorganického i organického názvosloví pro známé, v jejich okolí se vyskytující látky. Touto znalostí z chemie jsou žáci schopni zpracovat i učivo fyziky – fyzika atomu (model atomu, laser, nukleony, radioaktivita, jaderné záření, jaderná energie a její využití) i učivo biologie – zákl. horniny, nerosty.“* [3] Podívejme se teď na malou chvíli do školního systému USA, za profesorem Normanem G. Ledermanem a zjistíme, že je tam výuka přírodovědných předmětů poněkud odlišná. Nemají jako my přírodovědné předměty rozdělené na fyziku, přírodopis, chemii. Oni tyto předměty mají zahrnuté v jediném společném předmětu nazývaném „Science“. [3] Vraťme se teď k příkladu, který je zaměřen na periodickou soustavu prvků, ten nám totiž krásně ukazuje propojenost všech tří přírodovědných předmětů. Proto pokud chceme žákům předávat ucelené informace a probouzet v nich zájem přírodovědného vzdělávání, měly by se tyto předměty vyučovat spolu.

*„Prvním krokem k integraci většinou bývá hledání mezipředmětových souvislostí. Uplatňování přesahů mezi jednotlivými vzdělávacími obory probíhá na úrovni učiva, zpravidla ale nepostihuje výstupy a cíle vzdělávání.“* [4] A přesně toto hledání mezipředmětových souvislostí bylo mým úkolem. V učebnicích přírodopisu jsem tak hledala fyzikální jevy, které jsou vypsány ve třetí kapitole. Vybrané jevy označené kurzívou jsou potom dále zpracovány v další kapitole. Jsou

uspořádány do souvislého textu, který se zaměřuje na zvuk a světelné jevy jak v učebnicích přírodopisu, tak i fyziky.

Zvolila jsem si takové učebnice, které jsou zpracovány v souladu s RVP ZV z vydavatelství SPN – pedagogické nakl. a učebnice fyziky pro základní školy a víceletá gymnázia z vydavatelství Fraus. Obě řady učebnic jsou přehledné, vizuálně krásně zpracované a pro mě a pro mou práci nejdůležitější, jsou koncipované tak, že v učebnicích přírodopisu nacházíme přímo úkoly odkazující na fyziku, případně chemii. V učebnicích fyziky, zase najdeme zajímavosti z přírodopisu, například kde se daný fyzikální jev nachází v přírodě. Žákům je tak přiblíženo učivo zase o trochu blíže a je jim ukazována propojenost, těchto tří předmětů již od základní školy. Knihy jsou plné odkazů na skutečný, reálný život, což je pro studium žáků, též velice důležité. Na konci mé bakalářské práce jsem se zaměřila na praktickou výuku ve školách. Nachází se tam návrhy na výuku a také dotazníkové šetření.

## 2 Mezipředmětové vztahy

Základní vzdělání jsou klíčové vědomosti (kompetence), kterými by měl žák disponovat na konci povinné školní docházky. Zahrnují kompetence k učení, k řešení problémů, dále kompetence komunikační, sociální, občanské a pracovní. Žák by měl tedy umět číst, psát počítat, umět logicky přemýšlet a umět se zařadit do společnosti.

Náš rámcový vzdělávací program obsahuje devět základních vzdělávacích oblastí:

1. Matematika a její aplikace
2. Informační a komunikační technologie
3. Člověk a jeho svět
4. Člověk a společnost – Dějepis, Výchova k občanství
5. Člověk a příroda – Fyzika, Chemie, Přírodopis a Zeměpis
6. Umění a kultura – Hudební výchova, Výtvarná výchova
7. Člověk a zdraví – Tělesná výchova
8. Člověk a svět práce
9. Průřezová témata – Osobnostní a sociální výchova, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Multikulturní výchova, Environmentální výchova a Mediální výchova [5]

Jak si můžeme všimnout už v RVP je fyzika a přírodopis řazen do jedné oblasti, ještě společně s chemií a zeměpisem. Zásadní rozdíl mezi fyzikou a biologií, je ten, že fyzika je založena na logickém myšlení a určité schopnosti představivosti. Další nedílnou součástí tohoto předmětu je matematika. Řekla bych, že matematika je jedním z důvodů, proč žáci fyziku nemají rádi. Dalším důvodem, jak jsem již psala, může být i nutná schopnost abstraktního myšlení, proto se fyzika vyučuje až na druhém stupni základní školy, kdy jsou žáci lépe vybaveni touto dovedností. *„Za nejdůležitější předpoklad pro úspěšnost v přírodovědných předmětech považovali čeští učitelé schopnost tvořivého myšlení a logické uvažování. Další v pořadí důležitosti bylo porozumění přírodovědným pojmům, principům a strategiím, následovala schopnost řádně zdůvodňovat řešení a porozumění tomu, jak se přírodní vědy využívají v praxi. Nejmenší důležitost byla přikládána pamatování vzorců a postupů. V mezinárodním srovnání kladli čeští učitelé na poslední dvě uvedené schopnosti menší důraz.“* [6]

Podle výzkumu realizovaný v roce 2008 docentem L. Dvořákem se žáci učí fyziku hlavně ze dvou důvodů. Prvním důvodem je, aby měli dobré známky a druhým důvodem je, protože to od nich jejich rodiče vyžadují. Žáci středních škol potom uvedli jeden z důležitých důvodů a to ten, že fyziku budou

potřebovat v budoucí profesi. Nejméně žáků potom uvedlo, že se fyziku učí z důvodu, že je baví.[6] Další nedílnou součástí tohoto vyučovacího předmětu je učitel. On je mostem mezi informacemi a žáky a velice záleží, jak je vyučující schopen tyto informace předávat. Aby vyučující mohl začít plánovat nějaké mezipředmětové aktivity, jako jsou společné projekty, úkoly, výlety, je potřeba aby on sám dané předměty ovládal, aby dokázal komunikovat se svými kolegy a aby děti jevíly o takovou vyučovací metodu zájem. V neposlední řadě je potřeba dostatek času, financí a zapálení pro věc.

Jak se v mé práci později dočtete, spojení fyziky a přírodopisu je velice těsné a jevy týkající se obou předmětů se hojně vyskytují. Už když se podíváme na význam slova *fysis* = příroda, víme že příroda má ve fyzice své místo. *„Hlavním cílem fyziky je motivovat žáky k logickému uvažování a vytváření vlastních úsudků k získaným vědomostem. V tomto předmětu dostávají žáci příležitost poznávat přírodu a její fyzikální zákony jako systém, jehož součástí jsou vzájemně propojeny, působí na sebe a ovlivňují se. Na takovém poznání je založeno i pochopení důležitosti udržování přírodní rovnováhy pro existenci živých soustav.“* [7] Další definicí, která nám říká, co to fyzika vlastně je, nám napsal Šimon M. (2009) [8] *„Fyzika je přírodní věda, která zkoumá základní vlastnosti hmoty. Zkoumá především neživou přírodu, odhalené zákony však platí i pro živou přírodu. Oblasti fyziky: mechanika, termika, elektřina a magnetismus, optika, akustika, astronomie, atomová a molekulová fyzika, jaderná fyzika, kvantová fyzika, teorie relativity. Fyzika jako novověká věda se vyvíjí zhruba od roku 1600.“* [8]

Ovšem pro žáky základních škol je *„význam pojmu FYZIKA nejbližší spojován s významy pojmů MATEMATIKA, ŠKOLA, TEORIE, POVINNOST, VZOREC a PRAVDA. Podle výsledků žáci nevnímají blízkou významovou provázanost našich výchozích pojmů s takovými pojmy jako jsou VĚDA, PŘÍRODA, LÁSKA, ŽIVOT a BUDOUCNOST.“* [9] Podle výzkumu magistra Radka Pöschla: *„BIOLOGIE je studenty vnímána více pozitivně než FYZIKA. Biologie studenty baví více než fyzika. Fyzika je studentům „vzdálená“ - je pro studenty „nudná“, „ošklivá“, „složitá“ a „stará“. Ale není pravda, že by většina studentů vnímala fyziku pouze jako vyučovaný předmět než jako vědní obor. A žáci, kteří fyziku vnímají spíše jako vědní obor, vnímají fyziku více pozitivně než studenti, kteří ji vnímají spíše jako vyučovací předmět.“* [9]

**„Podívej se hluboko do přírody a pak všechno lépe pochopíš.“**

–Albert Einstein [10]

### 3 Fyzikální jevy v učebnicích přírodopisu a naopak

#### 3.1 Přírodopis 6: Zoologie a botanika pro základní školy [11]

- Str. 6 - Jak vůbec Slunce a jeho planety vznikly? V prostoru mezi hvězdami se pohybují oblaka plynu a prachu, ze kterých se mohou vytvořit nové hvězdy a planety kolem nich. Vznik sluneční soustavy z podobné mlhoviny trval mnoho milionů let.

- Str. 7 – S poklesem teploty na Zemi se vodní pára srážela a voda v kapalném stavu zaplnila prohlubně, vytvořila oceány, jezera, řeky. Vodní obal Země se nazývá hydrosféra.

- Úkol – Které skupenství má voda? Při kolika Celsiových stupních se jednotlivá skupenství tvoří?

- Pro fotosyntézu je nezbytné sluneční záření. Dokážou je zachycovat organismy, které obsahují rostlinná barviva – především zelené barvivo chlorofyl. Zelené rostliny přijímají z půdy vodu s rozpuštěnými anorganickými (minerálními) látkami ze vzduchu oxid uhličitý. Pomocí sluneční energie a chlorofylu vytvářejí organické látky (zprvu cukry a postupně další látky – tuky, bílkoviny, aj.). Na těchto látkách – živinách – jsou závislé ostatní organismy. Důležitým produktem fotosyntézy je kyslík.

Str. 8 – Jak to všechno začalo?

- Vědci předpokládají, že život začal vznikat asi před 4 miliardami let, v době, kdy voda již nebyla jen vodní pára, ale vytvořila na Zemi první praoceány. Podle jedné z teorií můžeme vznik života rozdělit do tří etap.

- V první etapě byla Země vystavena silnému ultrafialovému a kosmickému záření, při kterém vznikaly z jednoduchých anorganických (neústrojných) látek složitější látky organické (ústrojné).

- Ve druhé etapě tyto látky v praoceánech vzájemně reagovaly a jejich složení bylo stále složitější.

- Ve třetí etapě vznikly pevně vázané shluky těchto látek, které byly primitivními předchůdci buněk.

- Teprve za další miliony let vznikly buněčné organismy. Nejstarší doklady o buněčných formách života nacházíme v horninách starých 3,8 miliardy let.

- *Str. 12. – Na Zemi žije mnoho druhů organismů. Znáte živočichy, rostliny, houby, ale i organismy, které pouhým okem nevidíme, jen se o jejich přítomnosti občas přesvědčíme. Například mnohá onemocněně způsobují drobnohledné – mikroskopické – bakterie a viry.*
- *Str. 14 – Člověk se však nespokojil s tím, co může pozorovat pouhým okem, ale toužil poznat vnitřní stavbu organismů. K tomu bylo zapotřebí vymyslet a zhotovit pomůcky a přístroje. Při pozorování v přírodě, v lese, na horách, u rybníka se také stává, že pozorované objekty jsou daleko a špatně je vidíme. Tam si pomáháme dalekohledem, který nám vzdálené objekty přibližuje.*
- *Str. 14 – Nejjednodušší pomůckou zvětšení drobných špatně viditelných částí je lupa. Lupou pozorujeme stavbu květu nebo povrchu listu.*
- *Str. 14 – Nejen k pozorování vnitřních částí, ale i některých rostlin a živočichů potřebujeme mikroskop, protože je pouhým okem nevidíme. Seznámíme se s mikroskopem a naučíme se s ním pracovat. Mikroskop nám odhalí mnohá další tajemství přírody a ukáže krásu mikrosvěta. Mikroskop sestrojil (sám si do něj vybrousil čočky) Holanďan Antony van Leeuwenhoek kolem roku 1650. Jako první pozoroval v kapce vody pohyb drobných živočichů.*
- *Str. 15 – Základem mikroskopu je stojan (stativ), na kterém jsou upevněny jednotlivé části. Na stolek se svorkami upevňujeme mikroskopický preparát. Preparát je pozorovaný objekt, který pokládáme na podložní sklo (nejčastěji do kapky vody) a uzavíráme krycím sklíčkem. Nad stolem nese stativ tubus, který směrem k preparátu má objektiv – soustavu čoček. Objektivy mají různé zvětšení; můžeme je podle potřeby měnit. Na opačném konci tubusu je okulár. Je to opět soustava čoček, která upravuje obraz vytvořený objektivem tak, aby byl pozorovatelný okem. Po stranách stojanu jsou zaostřovací šrouby. Prosvětlení preparátu umožňuje zabudovaný zdroj světla, lampa ve stativu. U starších mikroskopů se používá pro prosvětlení preparátu zrcátko. Mezi zrcátkem nebo světelným zdrojem a stolem bývá kondenzor a kolektor – optické zařízení na regulaci světla.*
- *Str. 16 - Celkové zvětšení pozorovaného objektu je součin zvětšení objektivu a okuláru. Například: objektiv zvětšuje 20krát, okulár 10krát – celkové zvětšení je 200krát.*
- *Str. 17 – Viry lze pozorovat pouze elektronovým mikroskopem, který zvětšuje 100 000krát.*
- *Str. 21 – Některé bakterie mohou žít v prostředí bez vzdušného kyslíku, jiné naopak kyslík potřebují. To se využívá v čistírnách odpadních vod.*

- Str. 30 – Povrch těla je kryt pokožkou bohatě prostoupenou žlázkami, které vylučují sliz, především na spodní straně nohy (hlemýžď zanechává slizové stopy). Sliz zmenšuje tření a usnadňuje klouzavý pohyb po podložce.
- Str. 35 – Velké dokonalosti dosáhla nervová soustava s jakýmsi mozkiem v chrupavčité schránce i komorové oči, podobající se zrakovému orgánu obratlovců.
- *Str. 35 – Hlavonožci dovedou ve zlomku vteřiny změnit své zbarvení a splynou s okolním prostředím.*
- Str. 35 – U hlavonožců se vyvinul reaktivní způsob pohybu a část svalnaté nohy se přeměnila v nálevku. Stahem plášťové dutiny sépie vystřikují nálevkou vodu a celé tělo se pohybuje opačným směrem, než je voda vystřikována. (Úkol – zkuste vymyslet, jak by se dal reaktivní pohyb znázornit pomocí nafukovacího balónku a proveďte ho.)
- *Str. 35 – Mnohé z těchto krakatic mají světélkující ústrojí.*
- Str. 38 – Na konci zadečku jsou snovací bradavky. Ty jsou spojeny se žlázami, které vyměšují tekutinu, která na vzduchu tuhne a mění se v pavučinové vlákno. Z něco pokoutník domácí staví vodorovně uložené síťové pavučiny.
- Str. 44 – Smyslovým orgánem, který informuje raka o poloze těla je statocysta.
- Str. 45. – Mikroskopem pozoruj perloočky nebo buchanky. Použij nejprve malé zvětšení, na detaily zvětšení větší. V živé perloočce můžeš pozorovat tepající srdce a další vnitřní orgány.
- Str. 55 – Bruslačka obecná se pohybuje na hladině stojatých i mírně tekoucích vod.
- Str. 60 – Světlušky jsou nápadné světélkováním larev i dospělců. Svítící plošky mají na spodní straně zadečkových článků. Okřídlení samečkové je rozsvěcují a zhasínají za letu, bezkřídlé samičky odpovídají ve stejném rytmu na zemi. Světélkování je složitý chemický děj a slouží k vyhledávání jedinců opačného pohlaví.
- *Str. 62 - Červotoči jsou drobní škůdci staršího dřeva. Jejich larvy vytvářejí ve dřevě chodbičky, ze kterých se obvykle vysypává dřevěný prach. Dospělci odlišného pohlaví se vyhledávají pomocí úderů o stěnu chodby. Takovéto slyšitelné „tikání“ může u některých lidí vzbuzovat strach.*
- Str. 63 – Končetiny mouchy, jsou zakončeny drápkou a přísavnými polštářky, které umožňují mouše pohyb po skleněných plochách i po stropech.

- Str. 64 – Pestřenky velice dobře létají a jsou schopny doslova „viset“ ve vzduchu na jednom místě.
- Str. 68 – Lišajové jsou velmi dobří letci s dosti úzkými křídly a mohutným tělem. (Průměrně dosahují rychlosti 50 km/h zatímco např. otakárek 13-15 km/h.) Zpravidla neusedají na květy, ale dokážou se zastavit ve vzduchu nad květem, vysunout dlouhý sosák a nasávat šťávy z květů.
- Str. 73 – *Zelené rostliny mají tu mimořádnou vlastnost, že dovedou poutat energii vyzařovanou Sluncem a jejím využitím měnit látky anorganické (neústrojné) na látky organické (ústrojné)*
- Str. 73 – *Pro získávání energie jsou stále důležité uhlí a ropa.*
- Str. 73 – *Energii získáváme spalováním i ze současných rostlin. Jsou to především dřeviny a jiné rychle rostoucí rostliny, které poskytují velké množství organické hmoty – biomasy.*
- Str. 73 – *Energetické zdroje naší planety nejsou nevyčerpatelné. Uhlí, ropu, zemní plyn řadíme k surovinám, které jsou neobnovitelné. Stále větší spotřeba energie nutí lidstvo hledat a využívat obnovitelné zdroje energie, kterým patří sluneční, větrná a vodní energie. Tyto energie jsou zároveň šetrné k životnímu prostředí, protože při jejich získávání se nevytvářejí látky, které způsobují globální oteplování.*
- Str. 74 – *Světelnou energii zachycuje zelené barvivo – chlorofyl – v chloroplastech zelených částí rostliny*
- Str. 77 – Přemnožení sinic ve vodních nádržích – vodní květ – může způsobovat vážné problémy, především ve zdrojích pitné vody.
- Str. 78 – Jejich schránky se v mořích nahromadily v tak velkém množství, že postupným usazováním a zpevněním vznikla pórovitá hornina – křemelina. Ta se dnes průmyslově využívá (např. jako izolační materiál).
- Str. 78 – Chaluhy jsou v přímořských státech využívány jako krmivo, topivo, hnojivo nebo jako zdroj jodu.
- Str. 80 – *Stigma je světločivná skvrna, která organismus informuje o množství dopadajícího světla*



- Str. 87 - Kapradiny, plavuně a přesličky – Jejich odumřelé kmeny zapadlé v bahně se za nepřístupu vzduchu postupně měnily – došlo k jejich prouhelňování a do dnešní doby daly vzniknout černému uhlí.
- Str. 101 – Lesy udržují v ovzduší rovnoměrnou vlhkost a ovlivňují teplotu na zemském povrchu.

### **3.2 Přírodopis 7: Zoologie a botanika pro základní školy [12]**

- *Str. 8 – žraloci mají výborný čich a sluch. Kromě toho mají zvláštní ústrojí mezi šupinami po celé délce těla, které slouží k vnímání chutí. Velké oči jsou velmi citlivé na světlo, ale mají malou ostrost vidění.*
- Str. 8 – Žraloci mají torpédovitý tvar těla
- Str. 9 – U některých druhů dospělých rejnoků je část svaloviny přeměněná v elektrický orgán.
- Str. 9 – Parejнок elektrický loví drobné korýše, měkkýše a ryby pomocí elektrického výboje o napětí 45 až 200 V.
- Str. 10 – Plynový měchýř v tělní dutině kapra je rozdělen na dvě části. Napomáhá stabilitě těla ve vodě a pohybu ke hladině nebo ke dnu. Důležitým smyslovým ústrojím kapra je oko, které je trvale zaostřeno na krátkou vzdálenost. Zvláštním smyslovým ústrojím je postranní čára, kterou tvoří kanálek se smyslovými buňkami. Tím vnímá kapr proudění vody, nárazy vln i do vody přenesené otřesy půdy.
- Str. 12 – Latimérie – Ve dne se jedinci sdružují v podmořských jeskyních v hloubce kolem 200 m a v noci se vydávají lovit potravu až do hloubky 1000 m.
- Str. 14 – Teplota těla je proměnlivá, řídí se teplotou prostředí.
- Str. 14 – Čolek obecný se ve vodě pohybuje pomocí dlouhého, ze stran zploštělého ocasu.
- Str. 15 – Při skřehotání se samcům u ústních koutků nadouvají blanité bubínky, které zesilují vydávané zvuky.
- Str. 15 – Rosničku zelenou nejčastěji najdeme na keřích, po kterých obratně leze. Zachycuje se na nich přísavnými polštářky, které má na konci prstů. Samečci se ozývají zvučným hlasem.
- Str. 17- Teplota těla je u plazů proměnlivá – mění se podle teploty okolního prostředí.

- Str. 18 - Pět prstů na konci každé nohy je zakončeno drápkou, které složí k přichycování k podkladu. Ještěrka může lézt po kamenech zdech či křovinách.
- Str. 19 – Vajíčka ukládá ještěrka do písku, pod mech, do hlíny a pod suchou trávou zetlelé listí. Nezahřívá je vlastním tělem. Působí na ně teplo tlejícího listí a teplo slunečních paprsků
- Str. 19 – Chameleon může měnit barvu podle podkladu na němž žije. Zbarvení také mění, je-li rozrušen.
- Str. 20 – Užovka neslyší zvuky přenášené vzduchem, ale vnímá chvění podkladu.
- Str. 21 – Chřestýši mají na hlavě mezi okem a nozdrou orgány schopné vnímat i nepatrné rozdíly teploty (tepločivné jamky). Takto zaměřují kořist. Typickým znakem je „chřestítka“ na konci ocasu. Jsou to volně propojené duté rohovité články, jejichž chvěním vydávají tyto hadi varovný chřestivý zvuk. Jednotlivé vrstvy chřestítka vznikají vždy po svlékání pokožky.
- Str. 23 – obrysové peří vytváří nejen obrys těla ptáka a je nositelem jeho barevnosti, ale především slouží k letu (podle funkce při letu mají skupiny per i názvy – letky, rýdovací pera aj.)
- Str. 28 – Od ostatních ptáků se kachna liší širokým vroubkovaným zobákem a hustým nesmáčivým peřím (nesmáčivost udržuje tím, že si peří pomocí zobáku potírá výměškem kostrční žlázy). Mezi prsty nohou má plovací blánu.
- Str. 28. – Husa velká při tahu létá hejno hus v klínovitém útvaru.
- Str. 34 – Kukačka obecná – přilétá k nám koncem dubna a samci se ozývají hlasitým kukáním.
- Str. 34 – Papoušci mají pronikavý hlas a někteří dokážou napodobovat zvuky, které slyší. Říkáme, že se naučili „mluvit“.
- Str. 34 – Pěvci mají v krku hlasové ústrojí, kterým vydávají zvuky – zpěv. Zpěvem označují území, ve kterém žijí a obstarávají si potravu. Zpěvem také vábí samec samici k páření. Jednotlivé rody a druhy pěvců můžeme rozeznat i podle zpěvu.
- Str. 35 – Vrabec domácí se projevuje hlasitým cvrlikáním – „čimčaráním“.
- Str. 35 – Samec pěnkavy hlasitě a pěkně prozpěvuje.
- Str. 37 – Slavík obecný – Je považován za nejlepšího pěvce. V jeho zpěvu se neopakuje jeden motiv jako u některých pěvců, ale střídá různé motivy. Nejčastěji zpívá brzy zrána a pozdě večer. Jeho zpěvu se říká klokot.

- *Str. 37 – Kosí flétnovitý zpěv se ozývá často již koncem února.*
- *Str. 37 – Špaček obecný umí napodobit zpěv jiných ptáků.*
- *Str. 38 – Sojka obecná – při vyrušení se ozývá pronikavým křikem, který varuje i ostatní obyvatele lesa.*
- *Str. 38 – Vrány – Ačkoliv mají zpěvné ústrojí, nepříjemně krákají.*
- *Str. 41 – Pes vidí pouze černobíle. Je však schopen slyšet zvuky, které člověk neslyší (vysoké tóny). Černý čenich je stále vlhký. Za čenichem rostou hmatové vousy.*
- *Str. 46 – Zornici, což je štěrbinovitý otvor, kterým proniká světlo do oka, dovede kočka velmi výrazně zúžit nebo rozšířit. Řídí se tak podle potřeby množství světla, které do oka proniká. Všimli jste si někdy jak kočce svítí v noci oči, když na ně dopadne světlo? Je to proto, že kočka má v oku zvláštní vrstvu která, podobně jako odrazové sklíčko na kole, odráží světlo. Světlo tak i v malém množství dokonale využije.*
- *Str. 47 – Nejdokonalejším smyslem kočky je sluch. Kočka stejně jako pes, slyší vysoké tóny, které člověk nevnímá. Sluch kočky je mnohem lepší než sluch psa. Zrak je také dokonalý. Kočka vidí barevně a vidí i za šera. Čich je u kočky nejslabším smyslem. Je však dokonalejší než čich člověka.*
- *Str. 49 – Gepard – Na krátkou vzdálenost dosahuje rychlosti až 120 km za hodinu (nejrychlejší suchozemské zvíře)*
- *Str. 53 – Tuleň obecný má válcovité tělo přizpůsobené k pohybu ve vodě. Na horním pysku má tuhé hmatové vousy. Zrak je výborný. Nemá ušní boltce a zvukovody jsou uzavíratelné, stejně jako nosní otvory. Tuleni mají tlustou vrstvu podkožního tuku, která je chrání před ztrátou tepla.*
- *Str. 53 – Králík domácí – Přední končetiny jsou přizpůsobeny k hrabání, zadní jsou delší a umožňují dlouhé skoky a poměrně rychlý pohyb.*
- *Str. 56 – hraboš polní – ušní boltce jsou na vrcholu zaoblené*
- *Str. 57 – Svišť horský – Při nebezpečí vydává ostrý hvízd.*
- *Str. 57 – Bobři si někdy stavějí ve vodě společně homolovité, až tři metry vysoké stavby z hlíny, proutí a kmenů*
- *Str. 58 – Prase divoké – Potravu vyhledává čichem, který je jeho nejvyvinutějším smyslem. Dobře je vyvinut i sluch, zrak je nedokonalý.*

- *Str. 60 – Tur domácí – Nejvyvinutějším smyslem je čich, dobrý je i zrak a sluch.*
- Str. 63 – Koňská síla
- Str. 65 – Nosorožci jsou samotáři. Mají špatný zrak a řídí se především sluchem a čichem. Přestože mají velkou hmotnost
- Str. 65 – Chobotnatci – Na hlavě jsou výrazné velké ušní boltce
- Str. 66 – Kytovci jsou savci přizpůsobení životu ve vodě (stavba těla i činnost tělních orgánů umožňují potápění). Mají schopnost se ponořovat do velkých hloubek a pod hladinou setrvávat poměrně dlouho (např. 1,5h). Ze smyslových ústrojí je dobře vyvinut sluch. Vydávají charakteristické zvuky, kterými se dorozumívají.
- *Str. 66 – Delfínův se věnuje v současné době velká pozornost pro jejich neobvyklou schopnost komunikace. U delfínů se stupeň vývoje mozku blíží stavu u lidoopů.*
- Str. 67 – Netopýr ušatý je savec přizpůsobený k letu. Kosti končetin i ocas spojuje nahnědlá kožovitá létací blána. Je prokrvená, zpevněná svalovými vlákny a umožňuje létání.
- Str. 68 – Netopýr ušatý má poměrně velké ušní boltce, které jsou lysé. Může tak zaslechnout i velmi vysoké, pro člověka neslyšitelné zvuky. Slyší i zvuk létajícího nočního hmyzu. Oči jsou malé, Netopýr je při nočním způsobu života prakticky nepotřebuje. Kromě sluchu jsou velmi důležitým smyslu hmat a čich.
- *Str. 68 – Orientace v prostoru vydáváním a zpětným zachycováním zvuků o vysoké frekvenci se nazývá echolokace.*
- *Str. 68 – Při letu netopýr vydává zvuky, které člověk neslyší. Zvukové vlny se odrážejí od předmětů a netopýr je zachycuje sluchovým ústrojím. Tím se orientuje i za úplné tmy. Odrazy zvukových vln mu umožňují vyhledávat jako potravu letící hmyz.*
- Str. 68 – Krtek obecný – Čich je velmi jemný a slouží k vyhledávání potravy. Oči jsou zakrnělé a ukryty v srsti. Ušní boltce chybějí, ale sluch je dobře vyvinutý.
- *Str. 70 – Vřeštani – V hrdlech samců je zvláštní kostěný bubínek, který zesiluje vydávané zvuky.*
- Str. 73 – Kořen rostliny roste zpravidla směrem ke středu Země.

- Str. 74 – Při klíčení semena se kořínek objevuje jako první, proniká do půdy, tím rostlinu upevňuje a zakotvuje v půdě. Zároveň čerpá z půdy pro rostlinu vodu s rozpuštěnými anorganickými (minerálními) látkami.
- Str. 75 – Věděli jste, že kořen přijímá vodu s rozpuštěnými látkami. Když ponecháme kořen v inkoustu do příští hodiny, zjistíme, kam až zbarvení proniklo. Přesvědčíme se o tom, že voda s rozpuštěnými látkami je vedena z kořenů až do listů rostliny.
- Str. 77 – Semena ve vlhké vatě přijímají vodu, zvětšují svůj objem – bobtnají.
- *Str. 87 – všichni víme, jak rozmanitý je pohyb živočichů, a žasneme nad tím, kolik kilometrů dokážou někteří ptáci za den uletět. O rostlinách obvykle prohlašujeme, že se na rozdíl od živočichů nemohou pohybovat z místa na místo. Nápadné pohyby rostlin vyvolává proudící vzduch, nenápadně dovede zachytit třeba kamera. Vlivem větru se pohybují větve stromů, vlní se lán obilí. Tyto pohyby však nevycházejí z těla rostlin a nejsou jejich vlastními pohyby, jsou to pohyby pasivní. Vychází-li podnět k pohybu části rostlinného těla z rostliny samé, jde o pohyby aktivní. Příčiny jsou různé. Velmi dobře můžeme pozorovat změny vzhledu rostlin, které působí střídání dne a noci. Květy nebo květenství některých rostlin se na noc zavírají. Podobně reagují na světelné a teplotní změny v okolí i jiné rostliny – sasanka hajní, tulipán. Rostliny v květináči u okna rostou ve směru dopadajícího světla, rostou „za světlem“. Některé rostliny stavějí čepele svých listů kolmo ke směru dopadajících slunečních paprsků a zajišťují si tak dostatek světla. Slunečnice otáčí své květenství za sluncem. Ráno je otočeno k východu, během dne se otočí až k západu. Rostliny ovlivňuje i zemská přitažlivost (gravitační síla). Pohyby rostlin vyvolané zemskou přitažlivostí zajišťují, že při různém položení semen v půdě se jejich kořen vždy otočí směrem ke středu Země. Popínavé fazole se svým stonkem ovíjejí kolem opory. Vrchol stonku roste vzhůru a při tom se velmi pomalým, takřka nepozorovatelným pohybem otáčí a hledá oporu. Když ji najde, zachytí se a pokračuje v růstu. Takový pohyb vykonávají i vrcholky jiných rostlin.*
- Str. 94 – Řepka – Semena se hospodářsky využívají – lisuje se z nich jedlý olej. Dnes má olej u řepky další průmyslové využití – vyrábí se z něj bionafta a oleje do motorových pil.

### **3.3 Přírodopis 8: Biologie člověka pro základní školy [13]**

- Str. 20 – K odhalení zlomenin kostí i jiných poranění se již od 20. let minulého století používá rentgen. Je to přístroj, který vysílá krátkovlnné elektromagnetické záření. Objevil je německý fyzik Wilhem Conrad Röntgen. Za objev tohoto druhu záření získal v roce 1901 Nobelovu cenu.
- Str. 20 – Kloubní jamka i hlavice jsou pokryté chrupavkami. Mezi nimi je kloubní maz.

- Str. 24 – Při svalové činnosti dochází k přeměně energie vázané v chemických látkách potravy v energii mechanickou (např. pohyb). Zdrojem energie pro činnost svalů je především glykogen.
- Str. 25 – Krev je neprůhledná červená tekutá tkáň. Funkce krve je transportní – přivádí k tkáním a buňkách kyslík a odvádí oxid uhličitý do plic. Termoregulační – vyrovnává teplotní rozdíly mezi orgány. Udržuje stálost vnitřního prostředí organismu.
- Str. 26 – V krvi o objemu 1 mm<sup>3</sup> mají muži asi 5 miliónů červených krvinek, ženy asi 4,5 milionu. Počet červených krvinek se může zvýšit např. při dlouhodobých pobytech horolezců ve vyšších nadmořských výškách, kde je nižší tlak vzduchu.
- Str. 26 – Srážení krve – Krvácející místo se ucpe a krev přestane z rány vytékat. Krevní koláč se ještě při tuhnutí smršťuje a na svůj povrch vylučuje tekutinu nažloutlé barvy – krevní sérum.
- Str. 27 – Činnost srdce je slyšitelná. Lékař může vady srdeční činnosti rozpoznat do určité míry poslechem. Přesnější určení vad srdeční činnosti lze zjistit přístrojem zvaným elektrokardiograf (EKG). Přístroj graficky zapisuje elektrické proudy, které při činnosti srdečního svalu vznikají. Záznam se nazývá elektrokardiogram. Dnešní lékařská technika umožňuje např. i vyšetření srdce dítěte ještě v těle matky.
- Str. 30 – V dolní polovině těla jsou v žilách vytvořeny kapsovitě chlopně. Brání tomu, aby se krev působením zemské tíže vracela zpět.
- Str. 30 – Úkol – Která je současná platná jednotka tlaku? Vzpomeňte si na učivo fyziky.
- Str. 30 – Krevní tlak je síla, kterou působí krev na stěnu cévy, kterou protéká.
- Str. 30 – Krevní tlak se v pokročilejším věku zpravidla zvyšuje, protože stěny cév ztrácejí pružnost. Lidé s vysokým krevním tlakem jsou vystaveni nebezpečí, že některá z cév praskne a krev se vyleje mimo krevní řečiště.
- Str. 31 – Krevní tlak lze kontrolovat i v domácích podmínkách digitálními měřicími přístroji.
- Str. 34 – V hrtanu jsou hlasivkové vazy, které vytvářejí hlasovou štěrbinu. Chvěním hlasivkových vazů a sloupce vzduchu vzniká při výdechu hlas.
- Str. 35 – Objem vzduchu, který lze maximálně vydechnout po maximálním nádechu je vitální kapacita plic. U dospělých jsou to přibližně 4 litry. Sportovci, zvláště plavci, mají tento objem větší. I po maximálním výdechu zbývá ještě v plicích asi 1,5 – 2 litry vzduchu. Je to zbytkový vzduch. Ten zůstává v plicních sklípcích a vyplňuje jejich objem. Vitální kapacita plic a zbytkový objem tvoří dohromady celkovou kapacitu plic.
- Str. 38 – Potrava je v dutině ústní mechanicky rozmělněována pomocí zubů a svalů jazyk. Dobré rozžvýkání potravy a promísení se slinami má velký význam pro její další zpracování.

- Str. 38 – Nastanou rytmické pohyby žaludku, kterými se potrava promíchává a dochází k přeměnám některých jejích složek.
- Str. 39 – Trávení tuků usnadňuje žluč tím, že je rozptyluje do drobných kapének (emulze)
- Str. 39 – Při původním měření na palce určili délku první části tenkého střeva na 12 palců, proto vznikl název dvanáctník.
- Str. 40 – Nevstřebané a nestrávené složky tráveniny se posunují pravidelnými stahy (peristaltikou) tenkého střeva do tlustého střeva.
- Str. 41 – Látky vstřebané v tenkém střevě jsou krví a mizou rozváděny k dalšímu zpracování. Část jich použije organismus ke stavbě i přestavbě tkání. Větší část přijatých látek poskytuje energii. V těle je nezbytná pro činnost orgánů, část energie se mění v teplo. Souhrn všech látkových přeměn v organismu nazýváme metabolismu. Organické látky jsou v těle neustále štěpeny a znovu vytvářeny. Když vznikají ze složitých látek jednoduché, energie se uvolňuje. Vznikají-li z jednoduchých látek složitější, energie se spotřebovává.
- Str. 41 – Energetická potřeba organismu závisí na věku, pohlaví, výšce, hmotnosti a činnosti jedince. U dospělého člověka je závislá na namáhavosti vykonávané práce. Lidé lehce pracují v sedavém zaměstnání spotřebují za den přibližně 10 000 kJ, lidé vykonávající těžkou práci i více než 20 000 kJ.
- Str. 41 – Minimální množství energie, to je energie nezbytná k životu (např. k činnosti srdce, dýchání, střevní peristaltice – přirozený pohyb střev), zabezpečuje základní látková přeměna. Jestliže organismus vykonává fyzickou činnost (náročná práce, sport), hovoříme o celkové látkové přeměně. V současné době mají výrobci povinnost uvádět energetickou hodnotu potravin na obalech výrobků. Vztahuje se na 100 g produktu. Hodnoty jsou v jednotkách energie – v kilojoulech, kJ.
- Str. 41 – zjistěte, které jednotky energie se používaly dříve.
- Str. 43 – Pro jednoduché stanovené správné hmotnosti se používá index BMI (Body Mass Index).  $BMI = \frac{\text{hmotnost [kg]}}{\text{výška}^2 [m]}$ . Do vzorce se dosazuje hmotnost v kilogramech a druhá mocnina výšky v metrech. Výpočtem získaný výsledek je pouze orientační a platí pro dospělého člověka. Pokud se pohybuje v rozmezí 20-25 jde o normální hmotnost.
- Str. 45 – Pokryv těla tvoří kůže. Chrání tělo před vnějšími nepříznivými vlivy mechanickými i chemickými a také před vniknutím choroboplodných zárodků do těla. V kůži jsou uložena citlivá nervová zakončení, která reagují na dotyk, tlak, teplo, chlad a bolest.
- Str- 46 – Daktyloskopie.

- Str. 46 – V pokožce jsou také buňky, které obsahují kožní pigment. Čím je pigmentu více tím je pokožka tmavší. Pigment má také ochrannou funkci – zachycuje ultrafialové záření. Při delším působení záření se obsah pigmentu zvětšuje a pigment se dostává blíže k povrchu pokožky – opalujeme se. Nadměrné a dlouhé opalování však může pokožce škodit. Zvláště v dnešní době, kdy je velmi často zeslabená ochranná ozonová vrstva atmosféry, proniká na zemský povrch nadměrné množství ultrafialového záření.
- Str. 46 – Každý člověk se nemůže opalovat stejně dlouho. Podle schopnosti kůže reagovat na UV-záření a opalovat se stanovil v roce 1975 dermatolog z Harvardovy univerzity Thomas B. Fitzpatrick šest fototypů. U fototypů I až III hrozí spáleniny. Jednotlivé fototypy jsou popsány podle barvy kůže, tvorby pihy, barvy vlasů a očí. Nezapomínejte, že se množství UV-záření mění se zeměpisnou šířkou a nadmořskou výškou. Při letním i zimní dovolené tomu musíte přizpůsobit ochranné prostředky.
- Str. 46 – Krevní a mízní cévy zajišťují přísun živin a dýchání kůže. Změnou průtoku krve dochází k většímu nebo menšímu výdeji tepla povrchem těla. Tím si organismus částečně reguluje teplotu. Na snižování teploty se podílí pocení, při kterém se potními žlázami vylučuje voda a kůže se tak ochlazuje. Vyloučená voda obsahuje sůl a některé další odpadní látky. Pocení je důležitá obrana organismu proti přehřátí při zvýšené fyzické námaze nebo při vyšších venkovních teplotách.
- Str. 47 – Velmi často dochází k poranění kůže. Může být způsobené mechanicky, elektrickým proudem, prudkými změnami teplot (popálení, omrznutí) nebo poleptáním chemickými látkami.
- Str. 48 – Po nervových dráhách se šíří vzruchy. Z jednoho neuronu na druhý se přenášejí v místě synapse. Citlivé přístroje vzruchy zaznamenávají jako elektrické děje. Vzruchy se mohou šířit rychlostí až 130 m/s.
- Str. 48 – Úkol – Víš, jakou rychlostí se šíří vzruchy v km za hodinu?
- Str. 48 – Nervové spoje přenášejí do příslušného ústředí míchy nebo do mozku, kde na ně vzniká odpověď. Odpovědí organismu na podnět (např. podráždění teplem, dotykem, zvukem, světlem) je reflex, Děj probíhá tak, že se podnět – signál – přenáší z čidla nervovou dráhou přes nervové centrum k výkonnému orgánu (svalu, žláze apod.). Celý tento proces se nazývá reflexní oblouk.
- Str. 51 – Činnost mozku lékaři zkoumají pomocí speciálního přístroje – encefalografu. Poskytuje záznam – encefalogram (EEG). Je to křivka, z níž se dají vyčíst některé poruchy mozku.
- Str. 51 – Počítačová tomografie může poskytnout lékařům důležité informace o lidském mozku.



- *Str. 56 – Nejvíce informací o svém okolí získáváme zrakem. Je to víc než 80% všech informací. Získáváme je prostřednictvím světla, které předmět vydává nebo které se od něj odráží. Největším přirozeným zdrojem světla je slunce. Slunce vysílá na Zemi velké množství elektromagnetického záření. Část, kterou může naše oko zpracovat, se nazývá viditelné záření – světlo. Jeho složení naznačuje následující obrázek*
- Str. 56 – Úkol – Vyhledejte, co znamená jednotka délky nanometr (nm)
- Str. 57 – Vylučované slzy chrání přední část oka před vysycháním, zmírňují tření víček a ničí mikroby.
- *Str. 57 – Na řasnatém tělese je zavěšená oční čočka. Řasnaté těleso stahy umožňuje vyklenutí i zploštění čočky, a tím zaostřování.*
- *Str. 57 – Uprostřed duhovky je kruhový otvor – zornice. Stahy svalů se velikost zornice mění. Řídí se tak množství světla dopadajícího do oka. Při nadbytku světla se zornice zúží, v šeru rozšíří.*
- Str. 58 – Úkol – zjistěte co je barvoslepost. Jaké může mít příčiny?
- Str. 58 – Tyčinky zaznamenávají pouze světlo a stín (odstíny šedi). Čípky jsou v činnosti jen při dostatečném osvětlení. Umožňují rozlišování barev. Nejvíce čípků je soustředěno ve žluté skvrně. Je to místo nejostřejšího vidění.
- Str. 58 – Průchodem světla okem se na sítnici vytváří obraz. Největší podíl na tom má oční čočka. Díváme-li se na bližší předměty, čočka se vyklenuje, aby se vytvořil dokonalý obraz. Při pohledu do dálky se čočka zplošťuje. Této činnosti oční čočky říkáme akomodace.
- Str. 58 – Na sítnici se vytváří obraz zmenšený a obrácený. Správný vjem se vytváří v mozku centru zraku.
- *Str. 58 - Nečastější oční vady jsou krátkozrakost a dalekozrakost. Jsou způsobeny špatnou akomodací oční čočky. Krátkozraký člověk vidí jasně blízké předměty. Obraz vzdálených předmětů se u něj vytváří už před sítnicí, takže vzdálené předměty jsou nejasné. U dalekozrakého člověka je to opačně. Obraz blízkých předmětů se promítá jakoby až za sítnicí, proto jsou blízké předměty nejasné (rozostřené). Tyto vady se odstraňují čočkami v brýlích.*
- Str. 58 – úkol – Vzpomeňte si na učivo fyziky a pojmenujte čočky, které upravují krátkozrakost a dalekozrakost.
- *Str. 58 – Speciálními čočkami lze odstranit i špatné zakřivení rohovky, tzv. astigmatismus. Šilhání je způsobeno špatnou souhrou činnosti okohybných svalů, zajišťujících pohyb oční koule. Tím bývá porušena správná prostorovost vidění.*
- Str. 58 – O zobrazování předmětu pomocí čoček se dovíte podrobněji ve fyzice.

- Str. 59 – Dlouhodobé sledování televize, obrazovky počítače, různých světelných efektů vytvářených lasery poškozuje oči.
- Str. 59 – Při pobytu na slunci chraňte oči slunečními brýlemi s UV-filtrem. Nikdy se nedívejte do slunce nebo silných světelných zdrojů.
- *Str. 59 – Sluchové ústrojí je spojeno s ústrojím pro vnímání polohy a změn rychlosti pohybu – s rovnovážným ústrojím. Sluchové ústrojí vnímá zvukové vlny. Ty vznikají kmitáním tělesa a šíří se okolím, nejčastěji vzduchem a vodou. Lidské ucho vnímá zvukové vlny o frekvenci asi od 16-20 000 Hz. Zvuky o vyšší nebo nižší frekvenci člověk neslyší.*
- *Str. 59 – Zvukové vlny mají různý počet kmitů. Počet kmitů za 1 sekundu se měří v jednotkách Hz. Člověk slyší jen zvuky od 16 do 20 000 Hz. Pes je schopen slyšet zvuk o frekvenci až 40 000 Hz. Někteří živočichové dokonce vnímají zvuk ještě o vyšších frekvencích.*
- *Str. 59 - Zvukové vlny, které se dostaly k bubínku, tuto citlivou blánu rozkmitají. Ve středním uchu zvukové vlny přenáší soustava drobných sluchových kůstek – kladívko, kovadlinka, třmínek. Zvukové vlny pokračují z třmínku na oválné okénko a dále do vnitřního ucha, kde jsou uloženy sluchové buňky.*
- Str. 59 – Zvukové vlny se přenášejí z oválného okénka do blanitého hlemýždě. Vlnění tekutiny zaznamenají sluchové buňky.
- *Str. 59 – Člověk je schopný rozlišit zbarvení tónu, proto pokud bychom zahráli tón A na klavír a potom na housle, tak ačkoliv výška tónu je stejná, dokázali bychom říct o jaký hudební nástroj se jedná.*
- Str. 60 – Intenzitu hluku v prostředí měříme v decibelech (dB). Jestliže často překračuje úroveň 90 dB, je to pro náš sluch nebezpečné a může dojít k poruchám sluchu. Tuto úroveň hluku mají silně frekventované ulice, ale i hudba na diskotékách apod. O úrovni 130 dB hovoříme jako o prahu bolestivosti.
- Str. 64 – Sledování ještě nenarozeného dítěte umožňují moderní ultrazvukové přístroje.

### **3.4 Přírodopis 9: Geologie a ekologie pro základní školy [14]**

- Str. 7 – Hvězdy, které vidíme na noční obloze, patří do hvězdné soustavy nazývané Galaxie. Galaxie obsahuje asi tisíc miliard hvězd. Má tvar plochého disku, z jehož jednoho okraje na druhý letí světlo 100 000 let. Slunce, naše mateřská hvězda, je rovněž v tomto disku; proto vidíme ostatní hvězdy nejhustěji v pásu obepínajícím celou oblohu, zvaném Mléčná dráha. Slunce je asi ve dvou třetinách vzdálenosti od středu Galaxie k okraji. Útvarů podobných naší Galaxii – jiných galaxií – je

ve vesmíru nepředstavitelně mnoho. Nejbližší z nich můžeme vidět pouhým okem jako mlhovinu souhvězdí Andromedy.

- Str. 7 – Formování planet sluneční soustavy a jejich družic skončilo před necelými 4 miliardami let. Tehdy na ně dopadala poslední menší tělesa, po nichž zůstaly, např. na povrchu Měsíce, dobře viditelné dopadové (impaktní) krátery. Kosmické sondy přinesly snímky dopadových kráterů také na planetách Merkur, Venuše, Mars, na planetkách obíhajících mezi drahami Marsu a Jupitera a skoro na všech dosud známých družicích planet jsou dnes pozorovány na více místech v Galaxii, např. ve Velké mlhovině v souhvězdí Orionu.
- Str. 7 – Vznik Země – Slunce a jeho planety se vytvořily asi před 4,7 miliardy let z plochého rotujícího disku mezihvězdného plynu a prachu, jehož části se vlivem gravitace postupně smršťovaly. Nejvíce látky bylo přitahováno ke střední části rotujícího disku, která se stala zárodkem Slunce. V disku kolem Slunce narůstala nejprve vzájemným nalepováním prachových zrn a později gravitací stále větší tělesa, až dosáhla velikosti planet. Blízko u Slunce se vytvořily planety z těžkotavitelných sloučenin prvků železa, niklu, křemíku a kyslíku – planety Merkur, Venuše, Země, Mars. Planety Jupiter, Saturn, Uran, Neptun se tvořily ve větších vzdálenostech i ze sloučenin zajičích při nízké teplotě, obsahujících vodík, uhlík, dusík a kyslík (ve formě ledu nebo plynů).
- Str. 7 Úkol – Vysvětlete na základě znalostí fyziky, proč vzniká při dopadech vesmírných těles teplo.
- Str. 8 – Dráha oběhu je mírně eliptická, nakloněná k rovníkové rovině pod úhlem 21,5-27,5 stupňů. Velikost tohoto úhlu kolísá v obdobích asi 40 000 let. Slunce zahřívá povrchy planet svým zářením. Země je v takové vzdálenosti, že teplota na jejím povrchu dovoluje trvalou přítomnost tekuté vody, což je nezbytné pro existenci života. Na povrchu Venuše přesahuje teplota bod varu vody (přes 5000 °C), zatímco na většině povrchu Marsu je teplota trvale pod bodem mrazu.
- Str. 8 – Zemské sféry byly rozlišeny zejména na základě zjištění, že rychlost a směr pohybu zemětřesných vln se v určitých hloubkách náhle mění. Mezi kůrou a pláštěm dochází ke zrychlení, mezi pláštěm a jádrem k přechodnému zpomalení.
- Str. 8 – Pro poznávání zatím nedostupného nitra Země se používají nepřímé metody, zejména geofyzikální výzkum šíření zemětřesných (seizmických) vln. Náhlé změny rychlosti a směru pohybu zemětřesných vln svědčí o různém složení a odlišných vlastnostech látek zemského nitra.
- Str. 9 – Vnitřní část jádra od hloubky 5000 km je pevná, zatímco vyšší vrstvy jsou kapalné. Proudění v kapalném kovovém jádru, které je dobře elektricky vodivé, udržuje magnetické pole Země.

- Str. 10 – Mineralogie je vědní disciplína zabývající se nerosty (minerály): jejich vnitřní stavbou, vzhledem, fyzikálními a chemickými vlastnostmi, možnostmi technického využití.
- Str. 11 – Úkol – Na skleněnou misku s rovným dnem (Petriho misku) vlijte nasycený roztok modré skalice tak, aby dno bylo sotva pokryto. Vložte misku na zpětný projektor a pomítněte. Teplem projekční žárovky se rozpouštědlo odpařuje, roztok se koncentruje a rozpuštěná látka začíná krystalovat. Pozorujte růst krystalů.
- Str. 13 – Vnitřní stavba krystalů – Při ochlazování (nebo zvyšování tlaku) ztrácejí pohybovou energii a zaujímají rovnovážné polohy (tzn. takové polohy, kde výslednice působících přitažlivých a odpuzivých sil se blíží nule). Takto umístěné hmotné body vytvářejí krystalovou mřížku. Jejím výsledkem je nejen krystalový tvar (uspořádání ploch v prostoru), ale i řada dalších fyzikálních vlastností nerostu.
- Str. 13 – Fyzikální vlastnosti nerostů – Fyzikální vlastnosti nerostů se využívají k jejich určování, protože každý druh nerostu má vlastnosti pro něj typické. Pro některé fyzikální vlastnosti (tvrdost, optické vlastnosti) jsou nerosty využívány v technické praxi.
- Str. 13 – Hustota – Hustota je fyzikální veličina, značí se řeckým písmenem  $\rho$  [ró] a vyjadřuje hmotnost látky ( $m$ ) připadající na jednotku objemu ( $V$ ). Hlavní jednotkou hustoty je  $\text{kg/m}^3$ . Často, zejména v mineralogii, se používá jednotka  $\text{g/cm}^3$ . Ze vztahu  $\rho = m/V$  je zřejmé, s čím hustota souvisí a jak ji vypočítáme.
- Str. 13 – Hustota je výsledkem dvou jevů:
  - a) Vzdálenosti hmotných částic v krystalové mřížce (čím menší vzdálenost hmotných částic, tím větší hustota)
  - b) Molární hmotností chemických látek, kterými jsou nerosty tvořeny (čím je molární hmotnost vyšší, tím je i hustota větší)
- Str. 15 – Piezoelektrický jev (z řeckého piezein – tlačit) – je schopnost krystalu generovat (vzbuzovat) elektrické napětí při jeho deformování. Nejznámější piezoelektrickou látkou je monokrystalický křemen, křišťál.
- Str. 16 – Stříbro se využívá v elektroprůmyslu, lékařství a při výrobě fotografických materiálů. Používá se také při úpravě pitné vody, výrobě zrcadel či přípravě speciálních slitin.
- Str. 17 – Zlato má využití v elektronice
- Str. 17 – Grafít (tuha) dobře vede elektrický proud
- Str. 17 – Diamant je dobrý vodič tepla, ale nevede elektrický proud. Silně láme a rozkládá světlo, má vysoký lesk. Pro svoji tvrdost, chemickou odolnost, optické vlastnosti a vzácnost je

nejcennějším drahokamem. Šedé a černé diamanty se používají v technice. Osazují se jimi korunky vrtacích souprav k provádění hlubinných vrtů nebo speciální obráběcí nástroje používáme tam, kde je vyžadována vysoká tvrdost.

- Str. 18 – Hmotnost diamantů se udává v karátech. Jeden karát je 0,2 g (jednotka vznikla podle hmotnosti semena rohovníku obecného k vyvažování drahokamů v Arábii)
- Str. 18 – Hlavním důvodem vulkanizace kaučuku je potřeba vylepšit jeho mechanické i fyzikálně-chemické vlastnosti. Kaučuk s lineární strukturou makromolekul se mění v pryž s prostorovou strukturou makromolekul.
- Str. 19 – Galenit – Olovo má v průmyslu rozmanité použití. Vyrábějí se z něho desky akumulátorů, lehce tavitelné slitiny, desky na ochranu proti rentgenovému a radioaktivnímu záření.
- Str. 19 – Sfalerit – Zinek se používá k povrchové ochraně železných předmětů, do slitin, na výrobu baterií.
- Str. 23 – Křemen – Lom je rovný až lasturnatý, štěpný je špatně nebo vůbec ne.
- Str. 24 – Magnetit – Má magnetické vlastnosti. V čedičových kopcích (např. Řípu) je magnetit obsažen v takovém množství, že vychyluje magnetickou střelku.
- Str. 25 – Smolinec – Je černé barvy, smolně lesklý, neprůhledný a radioaktivní. Je surovinou pro výrobu paliva do jaderných reaktorů, využívá se v lékařství a ve zbrojním průmyslu.
- Str. 26 – Zajímavostí je úplně čirý kalcit nazývaný islandský, jehož zvláštností je vytváření dvojitého lomu světla při průchodu světelného paprsku minerálem. Tyto vzácné krystaly se využívají v polarizačních optických přístrojích, např. v polarizačním mikroskopu.
- Str. 29 – Baryt – používá se k výrobě materiálů snižujících průchod rentgenového záření, v lékařství.
- Str. 31 – Slídy – Slída se používá jako izolační materiál v elektrotechnice, jako žáruvzdorný materiál u vysokých pecí, na ochranné brýle.
- Str. 41 – Uhlí vzniklo prouhelněním (zvětšováním obsahu uhlíku) zbytků rostlinných těl (hromadících se v močálech a jezerních pánvích) za nepřístupu vzduchu působením tlakových sil nadložních vrstev a vyšší teploty v hlubších částech zemské kůry. Je významným zdrojem energie a surovinou pro chemický průmysl.
- Str. 41 – Uhlovodíky se vytvořily z mikroorganismů a zbytků těl drobných živočichů, které se ukládaly spolu s bahnem na dně moří. Za nepřístupu vzduchu, působením bakterií, vlivem tlakových sil nadložních vrstev a vyšší teploty vznikly uhlovodíky tekuté – ropa, plynné – zemní plyn a pevné

– asfalt a zemní vosk. Jsou důležitým zdrojem energie a surovinou chemického průmyslu. Ropa a zemní plyn se k nám dopravují ropovody a plynovody.

- Str. 43 – Přeměněné horniny – Příčinou přeměny (metamorfózy) je velký tlak způsobený horotvornými procesy a tíhou nadložních hornin, vysoká teplota v hlubších částech zemské kůry, chemické působení horkých vodných roztoků. K přeměně hornin dochází také v blízkosti vystupujícího žhavého magmatu.
- Str. 43 – Nerosty bývají většinou ve formě krystalových zrn. Jejich velikost často odpovídá míře přeměny: vyšší tlak a teplota vedou ke vzniku větších krystalových zrn a naopak. Vlivem tlakových sil dochází v nich k rovnoběžnému uspořádání nerostů – břidličnatosti
- Str. 45 – Země není zcela klidné těleso, na její povrchu i v nitru probíhají neustále různé změny a děje. Rozlišují se vnitřní geologické děje, vyvolané vnitřní energií Země, a vnější geologické děje, způsobované zejména sluneční energií a zemskou přitažlivostí.
- Str. 45 – Děje vyvolané vnitřní energií Země se projevují ve všech zemských sférách včetně jejího povrchu. Jejich hlavním znakem je teplo a pohyb hmot. Část vnitřní energie si Země ponechala z počátečních období svého vývoje, kdy docházelo ke shlukování kosmických částic. Důležitým zdrojem tepelné energie je neustále přeskupování hmot mezi zemskými sférami a rozpad radioaktivních prvků. Teplota s přibývajícím hloubkou stoupá. Průměrný vzrůst teploty ve svrchní části zemské kůry je 30°C na 1km hloubky, v nitru Země se zpomaluje.
- Str. 45 – Většina vnitřních geologických dějů probíhá v dlouhých časových obdobích bez možnosti přímého pozorování. Výjimkou jsou krátkodobé procesy (někdy s katastrofálními důsledky) – sopečná činnost a zemětřesení. Ty naopak patří k nejzřetelnějším projevům vnitřní energie na zemském povrchu.
- Str. 46 – Litosféra není souvislá; skládá se z různě velkých pevných desek, které navzájem mění polohu. Jejich pohyb usnadňuje plastická „kluzná“ plocha pod litosférou.
- Str. 47 – Poruchy zemské kůry – Soubory hornin v zemské kůře jsou během dlouhých geologických období vystaveny tlakových a tahových sil, účinkům vysoké teploty i v jiných projevu vnitřní energie Země.
- Str. 50 – Magma stoupá vzhůru působením tlakových sil plynů, a i v důsledku toho, že roztavená látka má menší hustotu než okolní hornina. Chladnutím magma tuhne ve vyvřelé horniny.
- Str. 51 – Tepelná energie vyvolaná sopečnou činností se v některých oblastech (zejména na Islandu, Novém Zélandu, v Itálii, na Kamčatce) využívá k výrobě elektřiny, k vytápění staveb, skleníků apod.

- Str. 52 – Zemětřesení je krátkodobý, ale výrazný projev vnitřní energie Země. Dochází při něm k otřesům zemské kůry, k nichž některé mají katastrofální následky. Zemětřesení je nejčastěji způsobeno vyrovnáváním napětí, vyvolaného pohybem litosférických desek a látkovými změnami v zemské kůře a plášti. Menší rozsah mají otřesy způsobené sopečnou činností.
- Str. 52 – Místo, kde zemětřesení vzniká, se nazývá ohnisko čili hypocentrum. Obvykle bývá v hloubce 30-60 km, výjimečně v hloubce několika set kilometrů. Z něho se záchvěvy – seizmické (zemětřesné) vlny – šíří zemským tělesem. Místo na povrchu Země přímo nad hypocentrem se nazývá epicentrum. V jeho blízkosti jsou účinky zemětřesení nejsilnější.
- Str. 52 – Přístroj zaznamenávající zemětřesení a měřící jeho intenzitu je seismograf (grafický záznam je seismogram). Výzkum a vyhodnocení šíření zemětřesných vln je jedním z úkolů geofyziků.
- Str. 52 – Intenzita zemětřesení se měří různými způsoby, nejčastěji tzv. Richtеровou stupnicí (v rozsahu 0 až 9 stupňů). Nejčastější a nejsilnější zemětřesení jsou v neklidných oblastech zemské kůry, např. při pobřeží Tichého oceánu.
- Str. 53 – Projevem vnějších geologických dějů je přetváření zemského povrchu. Hlavními činiteli jsou zemská tíže, voda (tekoucí, mořská, v podobě ledu a ledovců), vítr a živé organismy (včetně člověka). U většiny lze rozlišit činnost rušivou (rozrušování části zemského povrchu) a tvořivou (přenos a ukládání zvětralin). Výmolná rušivá činnost se nazývá eroze. Ta spolu s odnosem rozrušených částic hornin vede ke snižování zemského povrchu a k odkrývání podložních hornin – denudaci.
- Str. 53 – Zvětrávání – Významným mechanickým činitelem je mrazové zvětrávání. Voda pronikající do puklin nebo prolínající horninou zvětší zmrznutím svůj objem (asi o jednu jedenáctinu). Led pak působí jako klín na okolní části horniny a porušuje jejich soudržnost. Rušivě působí i kořeny rostlin prorůstající horninami.
- Str. 54 – Zemská tíže (zemská přitažlivost) způsobuje pohyb zvětralin, půdy a vody (včetně sněhu a ledovců) z výše položených míst zemského povrchu do nížin.
- Str. 61 – poměr srážek a výparů. Při převaze vodních srážek nad výparem se rozpuštěné minerální látky vyplavují do spodních vrstev. Při převaze výparů nad srážkami se vzlínáním dostává kapilárami půdní roztok s obsahem rozpuštěných solí k povrchu. Povrchové vrstvy jsou obohacovány minerálními látkami. Při nadměrném výparu mohou vznikat na povrchu půdy po odpaření vody vrstvičky nerozpuštěných solí (zasolené půdy).
- Str. 61 – úkol – Zjistěte, jaké je průměrné množství srážek za rok a jaká je průměrná roční teplota v místě vašeho bydliště.

- Str. 62 – Podzemní voda – Při vysoké hladině podzemní vody vzlínají a odpařovaná voda vynáší drobné jílovité částice půdy. Půdy jsou pak podmaččené, mají málo půdního vzduchu, kořeny rostlin nemohou dýchat.
- Str. 62 – Nejvýznamnější fyzikální vlastností půdy je její struktura. Ta je dána seskupením a spojováním půdních částic do shluků a hrudek. Částice jsou spojovány tmelícími látkami (humus, CaCO<sub>3</sub>). V půdě vznikají póry různé velikosti a průměru, které jsou vyplněny vodou a vzduchem. Soubor pórů v půdě označujeme jako pórovitost.
- Str. 65 – Vznik a vývoj života na zemi – Staří Země odhadují vědci na 4,7 miliardy let. Při jejím vzniku byla teplota planety vysoká. Postupně se povrch planety ochlazoval. Když jeho teplota klesla pod 100°C, objevila se na povrchu voda v kapalném stavu. Ta se stala nejdůležitější podmínkou vzniku života na Zemi.
- Str. 66 – Jak začal život – Vzniku prvních živých soustav předcházela dlouhotrvající chemický vývoj, který lze rozdělit do tří etap a Země byla tehdy vystavena silnému ultrafialovému a kosmickému záření (chyběla ochranná ozonová vrstva), v atmosféře probíhaly elektrické výboje, časté byly sopečné výbuchy.
- Str. 83 – Světlo a teplo – Základním zdrojem veškerého světla – světelné energie – je pro celou naši planetu naše nejbližší hvězda – Slunce. Za sekundu se ze Slunce uvolňuje přibližně  $3,8 \cdot 10^{26}$  wattů energie, bez níž by nebyl život na Zemi možný. Slunce je koule žhavého plazmatu. Pro život na Zemi je nejdůležitější elektromagnetické záření, jehož část vnímáme jako viditelné světlo a teplo (infračervené záření). Nejvýznamnější částí záření je tzv. bílé světlo. To umožňuje jednu z nejdůležitějších biochemických reakcí, která probíhá v zelených rostlinách – fotosyntézu. Některé další druhy elektromagnetického záření, například rentgenové nebo ultrafialové, mohou život na Zemi ohrožovat. Většina tohoto záření se zachytí ochrannými vrstvami atmosféry a na povrch Země dopadá jen v minimálním množství.
- Str. 83 – Slunce je od naší Země vzdáleno přibližně 150 milionů km. (Země obíhá po elipse, vzdálenost Země se mění od 147 do 150 milionů km). Velikost – průměr – sluneční koule je 1 400 000 km (průměr Země na rovníku je 6378 km). Hmotnost Slunce je 330 000krát větší než hmotnost Země. Taková to hmotnost tělesa má velkou gravitační sílu, která drží na oběžných drahách všechny planety naší soustavy.
- Str. 83 – Úkol – Zopakujte si z chemie a z fyziky poznatky o stavbě atomu.
- Str. 83 – Plazma je stav hmoty, kdy většina nebo všechny atomy ztratily jeden nebo více elektronů ze svého elektronového obalu, takže se v plazmatu pohybují i volné elektrony. (Horké



plazma je také v jiskrách, blescích a vlastně skoro v každém plamenu.) Plazma ve Slunci se chová jako plyn; jeho hustota roste od okraje Slunce do hloubky. Ve středu Slunce je jeho hustota 150krát větší než hustota vody a teplota přes 15 milionů stupňů. Při tak vysokých teplotách probíhají ve Slunci termojaderné reakce, při nichž se prvek vodík mění na helium. Uvolněná energie zahřívá nitro Slunce, šíří se k povrchu a odtud je vyzařována do okolního prostoru

- Str. 83 – Energie přicházející na Zem v podobě slunečního záření ovlivňuje průběh dalších dějů. Ze zeměpisu víte, že Slunce ohřívá povrch Země nerovnoměrně (na rovníku více než blíže k pólům), tím dochází k pohybu vzduchu – větru. Vzniká proudění, které umožňuje např. přenos vypařené vody – koloběh vody. Vlivem sluneční činnosti jsou uváděny do pohybu také mořské proudy.
- Str. 84 – Světlo a organismy – V našich zeměpisných šířkách je velká závislost organismů na změnách světelného režimu, který je dán otáčením Země kolem osy a oběhem kolem Slunce (střídání dne a noci, délka dne). Délka dne ovlivňuje u rostlin vytváření květů. Podle délky dne rozlišujeme rostliny krátkého dne a dlouhého dne. Rostliny krátkého dne vykvétají na jaře nebo na podzim, rostliny dlouhého dne kvetou v létě.
- Str. 84 – Při náhlých změnách sluneční činnosti (sluneční skvrny, velké výbuchy sluneční hmoty) vznikají i jiné druhy záření, např. rentgenové nebo radiové. Tyto druhy záření pak vytvářejí změny v zemské atmosféře a podílejí se na změnách počasí. Někteří lidé jsou na tyto změny citliví, např. při srdečních a cévních onemocněních, při onemocnění dýchacího ústrojí, při revmatismu apod. Vědci se stále zabývají studiem činnosti Slunce, a tak se můžeme více dozvědět o jeho vlivu na život a životní prostředí.
- Str. 85 – Vzduch – Pro život jsou důležité tyto fyzikální a chemické faktory vzduchu: hustota, tlak, teplota, proudění a chemického složení. Vzdušný obal Země tvoří atmosféra.
- Str. 85 – Úkol – Zopakujte si z fyziky učivo o vrstvách atmosféry.
- Str. 86 – V posledních letech stoupá vlivem lidské činnosti množství oxidu uhličitého v přízemní vrstvě atmosféry spalováním tzv. fosilních paliv (uhlí, ropy, zemního plynu). Fosilní palivo – uhlí – jsou přeměněná těla rostlin, která v dávné minulosti vývoje Země spotřebovávala oxid uhličitý.
- Str- 87 – Z emisí produkovaných především automobily se působením slunečního záření vytváří fotochemický smog. V něm vzniká přízemní ozon a celá řada velmi nebezpečných chemických látek, z nichž mnohé jsou rakovinotvorné.

- Str. 90 – Neživé složky životního prostředí – světlo, teplo, voda, vzduch a minerální látky – musí být v požadované hodnotě, aby organismus mohl žít a existovat. Mezní, tj. rozhodující pro život organismu, je ten faktor, který je dostupný v kriticky nejmenším potřebném množství.
- Str. 92 – Ekosystém je složitý systém vzájemných vztahů. Neustále v něm probíhají různé změny, které vedou k udržování určité rovnováhy. Základem pro vytvoření rovnováhy je tok energie a koloběh látek. Největší část energie pro ekosystém dodává Slunce. Světelná energie je prostřednictvím zelených rostlin – producentů – přeměna na organické látky, které jsou „zásobárnou energie“.
- Str. 93 – Pro jednotlivé biomy jsou určující klimatické podmínky – teplota, množství srážek a délka slunečního svitu.
- Str. 94 – Ekosystémy umělé, např. pole, rybník, květinové skleníky, musí člověk stále udržovat. Musí do nich vkládat energii v podobě pracovní síly, vyrobených strojů, hnojiv, přípravků na ochranu proti chorobám a škůdcům apod. Na výrobu těchto přípravků se opět spotřebovává energie. Této vložené energii říkáme dodateková energie. Problém energie je jedním z hlavních problémů lidstva na této planetě.
- Str. 95 – Sluneční a větrná elektrárna jsou další možnosti získávání elektrické energie.
- Str. 96 – Velkým problémem je v současné době čištění odpadních vod. Jedním z ekologických způsobů čištění odpadních vod je budování tzv. kořenových čistíren odpadních vod.
- *Str. 96 – Stále více dochází rovněž k tzv. fyzikálnímu znečišťování prostředí. Jedním z takových faktorů je hluk. Stoupající hluchnost našeho prostředí vyvolává nervové podráždění, které způsobuje zvýšenou únavu, nesoustředěnost, nervozitu i stres. Dlouhodobé působení zvýšené hladiny hluku může vést k trvalým poruchám sluchu i k vážným nervovým poruchám.*

## 4 Analýza vytypovaných fyzikálních jevů v učebnicích přírodopisu

### 4.1 Zvuk

Zvuk je podélné vlnění, které v uchu vydává sluchový vjem. Zdrojem zvuku jsou nejčastěji kmitající tělesa. Zvukům vyvolaným periodickými kmity říkáme tóny. Vytvářejí je například hudební nástroje. Zvuk vyvolaný neperiodickým kmitáním označujeme jako hluk. Tělesa, která vydávají zvuky můžeme rozkmitat různými způsoby, a to údery, drnkáním, smýkáním, trvalou deformací a drcením těles, rychlým pohybem tělesa nebo prouděním vzduchu mezi blízkými pružnými tělesy atd. Výška tónu je určena jeho frekvencí. Čím je frekvence vyšší, tím je vyšší i tón. Zvuk se šíří ve všech látkách. Nejčastěji slyšíme zvuk, který se šíří vzduchem. Velmi dobře se, ale zvuk šíří i kapalinami a pružnými pevnými látkami. Rychlost zvuku závisí na velikosti sil působících mezi molekulami. Tyto síly jsou největší v pevných látkách, proto se v nich zvuk šíří nejrychleji. Zvuk je podélné vlnění od 16 Hz do 20 kHz. Podélné vlnění s frekvencí vyšší než 20 kHz se nazývá **ultrazvuk** a podélné vlnění s frekvencí nižší než 16 Hz se nazývá **infrazvuk**. K hodnocení sluchového vjemu se zavádí veličina nazývaná **hladina intenzity zvuku**, která vyjadřuje kolikrát je vnímaný zvuk silnější než práh slyšitelnosti. Její jednotkou je decibel (značka dB). [15]

zvuk	hladina intenzity v dB
práh slyšitelnosti	0
šum listí	20
šepot, velmi tichý byt	30
tlumený hovor	40
televizor při běžné hlasitosti	50
hlasitý hovor	60
frekventovaná ulice	70
křik	80
velmi silná reprodukováná hudba	90
pneumatická sbíječka	100
diskotéka	110
rockový koncert	120
práh bolesti	130

Tabulka 1 – Přiřazení hodnot ke zvuku, převzato z [15]

#### 4.1.1 Zvuky vydávané zvířaty

V přírodě můžeme slyšet zvířata, jak vydávají zvuky různými způsoby, při chůzi nebo běhu, při klapání zobákem, při rozbíjení semen o kámen, nebo když vydávají zvuk účelně. Například červotoči, jakožto škůdci dřeva, vyhledávají opačné pohlaví pomocí úderů o stěnu chodbiček, které ve dřevě vytvářejí. A toto jejich „tikání“ může v lidech vyvolávat pocit strachu. [11]

*„Citlivost ucha je největší pro zvuky s frekvencí kolem 3 kHz. Říká se, že se ucho takto vyvinulo z potřeby zachytit šelest hadů v trávě.“* [15] Hady od sebe odlišujeme hlavně podle jejich vzhledu,

podle barvy, různých kreseb na kůži. Ale to není vše, hadi rodu chřestýšovitých mají na konci ocasu chřestidlo, které je tvořeno keratinovými dutými články, jejichž chvěním vydává varovný chřestiví zvuk. [12]

V dobách, kdy dennímu životu na Zemi vládli dinosauři, byli savci zatlačováni do tmy a podle vědecké studie: The origins of acoustic communication in vertebrates z roku 2020 [16] je vznik komunikace spojena právě s noční aktivitou živočichů. A vzájemné dorozumívání se podle nich vyvinulo nezávisle u většiny hlavních skupin čtvernožců před 100-200 milionů let.

Pomocí komunikace jsou schopni si předávat informace a díky tomu společně lovit, chránit svou skupinu nebo společně migrovat za zdrojem vody, nebo do teplejších krajín. Například husy velké při tahu do teplých krajín létají v klínovitém útvaru, a tak šetří energii. [12] Na dorozumívání také závisí i jejich schopnost rozmnožování, protože tak hledají vhodného partnera a podle zvuků rozeznávají své potomky. Třeba tučňáci žijí ve velice početných hejnech a najít své mládě je pro ně skoro nemožné. Proto každé mládě vydává něčím jedinečný zvuk, aby ho matka mohla rozeznat mezi ostatními mláděty.

Ptáci jsou skvělí v komunikaci mezi sebou. Jejich zpěv je velmi variabilní, proto můžeme od sebe jednotlivé druhy rozeznat už jen při poslechu. Díky jejich hlasovému ústrojí dokážou vytvářet ohromné množství zvuků. Papoušci mají pronikavý hlas, ale jejich jedinečnost spočívá v napodobování zvuků, které slyší. Říkáme, že se naučili „mluvit“. Ale podobnou schopností se může pochlubit i špaček obecný, který umí napodobit zpěv jiných ptáků, včetně dravců a dokáže napodobit dokonce i lidské hlasy. Ovšem jeho typickým zvukem je „vrz vrz“. Za zmínku určitě stojí celý řád pěvců, kteří mají v krku hlasové ústrojí, kterým vydávají zvuky – zpěv. Zpěvem si označují své území, ve kterém žijí a obstarávají si potravu. Zpěvem také samec vábí samici k páření. Vrabec je znám pro své hlasité cvrlikání – „čimčarání“. Samec pěnkavy hlasitě a pěkně prozpěvuje, ale za nejlepšího pěvce je považován slavík obecný. V jeho zpěvu se totiž neopakuje jen jeden motiv jako u některých pěvců, ale střídá různé motivy. Nejčastěji zpívá brzy zrána a pozdě večer. Jeho zpěvu se říká klokot. Koncem února můžeme také začít slyšet kosí flétnovitý zpěv. [12] Nejhlasitějším ptákem na světě je zvonec bílý, který dokáže vyloudit zvuk o 125,4 dB, což je zvuk srovnatelný se startem tryskového letadla (130 dB). [17]

Vřešťan pláštík obývá Střední Ameriku. Hlavně Jižní Mexiko, Kolumbii a Ekvádor. Jak už nám jeho název napovídá, tak tento druh patří k nejhlasitějším tvorům naší planety. Hlavně při soumraku a svítání můžeme jeho „vytí“ slyšet až 5km daleko. [18] Toto hlasité vytí je umožněno díky

speciálnímu kostěnému bubínku, který je umístěný v hrdlech samců, který zesiluje vydávané zvuky. [8] Mezi nejhlasilitější savce dále patří hyena, jejíž výkřik dosahuje intenzity až 112 dB. Za nejhlasilitější druh vlka je považován vlk šedý, který při lovu vyje o intenzitě až 115 dB, aby upozornil ostatní členy smečky na blížící se kořist a oni se tak mohli připravit k lovu. A za jedno z nejhlasilitějších zvířat je považovaný slon, který při ohrožení dokáže vykřikovat o intenzitě až 117 dB. Ke komunikaci na velké vzdálenosti využívá nízkofrekvenční a seismické frekvence. [19]

Zajímavým způsobem potom komunikují delfíni a v současné době se jim proto věnuje velká pozornost. [13] Delfíni se dorozumívají a orientují v prostoru pomocí ultrazvuku. [15] Tito neobvyklí vodní savci vytvářejí a slyší zvuky o desetkrát vyšší frekvenci než člověk. Vydávají zvuk v podobě pískotu. Každý pískot je trochu jiný a znamená něco jiného. Vědci dokázali zjistit, že delfíni se dokážou upozornit na žraloky, lodě nebo na potravu. Také matka, když volá své mládě využívá specifický druh pískání. Ovšem většinu zvuků člověk není schopen bez speciálních přístrojů zaslechnout. [20]

#### **4.1.2 Sluchové ústrojí v živočišné říši**

V předchozí podkapitole jsme si řekli, jaké zvuky mohou zvířata vydávat a proč je vlastně vydávají. Aby zvuk mohl vzniknout musí být splněny, ale dvě podmínky. Za prvé musíme mít zdroj, který nám ho vytváří a za druhé musíme mít nějakou soustavu, která ho dokáže zachytit a zpracovat. Takové soustavě říkáme sluchové ústrojí.

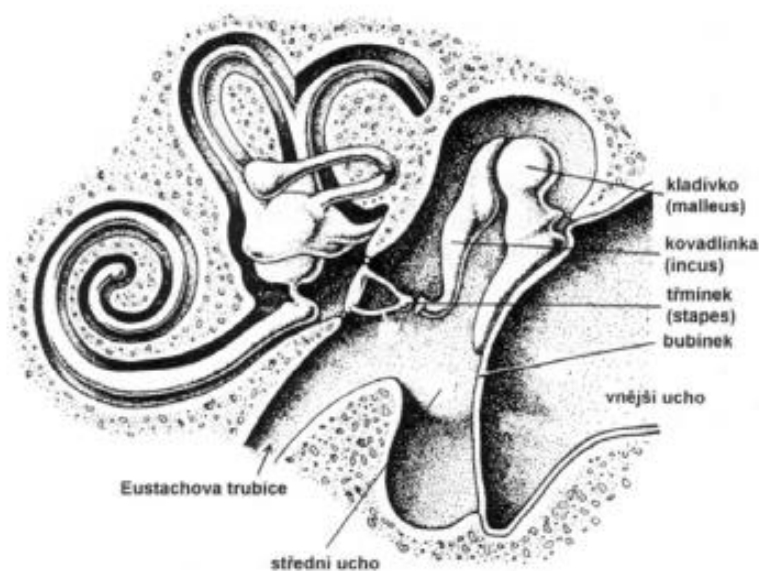
Pro vytváření zvuku jsou v hrtanu uloženy dva hlasivkové vazy, které vytvářejí hlasovou štěrbinu a mohou tak vytvářet tóny. Hlasivky jsou rozkmitávané proudem vzduchu z plic. Mohou vytvářet tóny v rozsahu frekvencí asi od 85 Hz (bas) do 1000 Hz (soprán). Při mluvení potom tvarujeme rty, a přitom měníme mezeru mezi nimi. Také jazyk při mluvení posouváme. [13;15]

Každý živočich má sluchové ústrojí přizpůsobeno k podmínkám, ve kterých žije, proto i každé sluchové ústrojí vypadá jinak. Sluchový orgán dokáže vnímat zvukové vlny, které mohou mít jinou frekvenci. Jednotkou je hertz, což je počet kmitů za jednu sekundu. Pro představu člověk slyší zvuky od 16 do 20 000 Hz, ale pes slyší zvuk o frekvenci až 40 000 Hz, a někteří živočichové jako například netopýři vnímají zvuk ještě o vyšších frekvencích. [13]

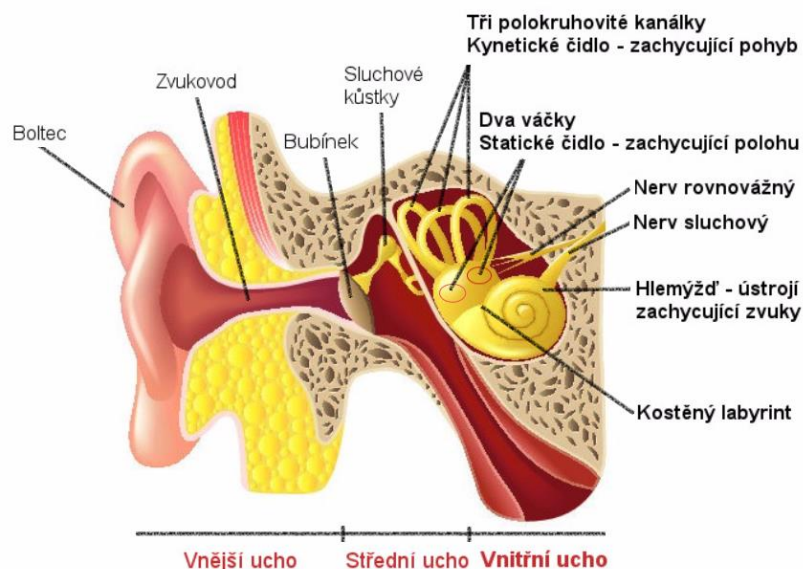
Ne každý živočich, musí mít nutně uši tak jak je známe. S klasickým sluchovým ústrojím, se totiž setkáváme až u vyššího vývojového stupně. Například hadi nemají zevní sluchové orgány ani Eustachovu trubici, proto neslyší zvuky přenášené vzduchem, ale vnímají pouze chvění podkladu.

[6;17] Ryby nahrazují vnější a střední ucho statoakustickým orgánem a postranní smyslovou čarou, která je schopna vnímat nízkofrekvenční vibrace šířené vodou. [21]

U třídy savců se setkáváme s rozmanitým vzhledem, tvarem i velikostmi uší. Například tuleň obecný, který většinu času tráví ve vodě, nemá ušní boltce a zvukovody má uzavíratelné. Další komu ušní boltce zcela chybí je krtek obecný, ale přesto to nemá vliv na jeho schopnost sluchu. Velký rozdíl může být také ve velikostech ušních boltců, například hraboš polní má daleko menší uši než slon, pro kterého jsou velké ušní boltce typické. Dobrý sluch má také prase divoké, tur domácí a nosorožci i přesto, že dosahují tak velikých hmotností. [13] Ovšem stavba sluchu je u savců podobná. „Zvuk přicházející z okolí je nejprve ušním boltcem nasměrován do zvukovodu. Dopadá na ušní bubínek. To je malá blána jako u tamburíny, která se dopadajícím zvukem rozkmitá. Bubínku se dotýká soustava kůstek: kladívko, kovadlinka a třmínek. Přenášejí kmitání na oválné okénko, které odděluje střední ucho od vnitřního. Vnitřní ucho obsahuje zařízení, které má tvar ulity hlemýždě, a proto se nazývá hlemýžď. Je to stočená kostěná trubička naplněná kapalinou. Po délce je předělená pružnou blánou. Oválné okénko se rozkmitá a kmity se přenesou na kapalinu a pak na blánu. Do ní vbíhají vláskové buňky, které se kmity blány dají do pohybu. Jejich pohyby se pak mění na nervové impulsy, směřující do mozku.“ [14]



obrázek 1 - Stavba středního ucha savce na příčném řezu, převzato z [21]



obrázek 2 - Stavba lidského ucha, převzato z [22]

Netopýr dokáže zaslechnout vysoké, pro člověka neslyšitelné tóny. Má poměrně velké ušní boltce, které jsou, ale lysé. Při letu vysílá krátké „hvízdny“ s ultrazvukovou frekvencí, a poslouchá odkud se zvukové vlny odrážejí. Podle směru odkud přijde a podle doby, za kterou se odražený zvuk vrátí, zjišťuje polohu překážek nebo kořisti, což je v jeho případě létavý noční hmyz. Říká se, že netopýr „vidí“ ve tmě. Tato schopnost orientace se nazývá **echolokace**. [12;15] Ale opakem netopýra nebo delfína, kteří vnímají ultrazvuk, jsou sloni či velryby, kteří na velké vzdálenosti komunikují pomocí infrazvuku, což je hluboký zvuk o kmitočtu menší než 16 Hz. Což je opět pro člověka neslyšitelné. [8]

#### 4.1.3 Výuka

Pro člověka je nejdůležitější zrak. Sluch bývá často podceňován. Lidské ucho je však velmi dokonalé a úžasné zařízení. Z energie dopadajícího zvuku se přenese do vnitřního ucha jen asi tisícina, ale i tato nepředstavitelně malá energie stačí k vychýlení bubínku, který se rozkmitá s výchylkou srovnatelnou s rozměry atomu: 0,000 000 1 mm a to stačí ke sluchovému vjemu. Naopak při nejhlasitějších zvucích je výchylka kmitání bubínku až 1 mm. [15]

Člověk je schopný rozlišit zabarvení tónu, proto pokud bychom zahráli tón A na klavír a potom na housle, tak ačkoliv výška tónu je stejná, dokázali bychom říct o jaký hudební nástroj se jedná. [13] Zvuky jako praskoty, rány, řinčení, vrzání, skřípění jsou zvuky vyvolané neperiodickým kmitáním. Obvykle jsou nazývané jako hluk a jsou lidskému uchu nepříjemné, obzvláště když jsou hodně hlasité. [15]

V našem moderním a technickém světě dochází k tzv. **fyzikálnímu znečišťování** prostředí a jedním z faktorů je hluk. Lidé si mnohdy ani neuvědomují, jak špatný vliv na ně hluk může mít. Stoupající hlučnost našeho prostředí vyvolává nervové podráždění, které způsobuje zvýšenou únavu, nesoustředěnost, nervozitu i stres. A dlouhodobé působení zvýšené hladiny hluku může vést k trvalým poruchám sluchu i k vážným nervovým poruchám. [14]

#### **4.1.4 Návrh na výuku – Zvuk okolo nás**

Z tohoto důvodu jsem vymyslela úkol, aby si děti aspoň na malou chvíli uvědomili, co všechno slyší a jakému hluku jsou vystavovány, ač to za normální situace nemusí vnímat.

Děti by si vybrali nějaké místo (domov, město, škola, příroda, ...). A do pracovního listu (viz. příloha č.1) si zapsalo vše co slyší a na základě toho jaký z toho zvuku mají pocit je rozdělili do dvou skupin: *příjemné a nepříjemné*. Až tohle budou mít sepsané vyberou jeden nebo více zvuků z každé skupiny a vyplní druhou stranu protokolu. Kde zdůvodní, proč je pro ně daný zvuk příjemný/nepříjemný. Ve škole potom můžeme s dětmi volně debatovat o tom co zjistili. Co je překvapilo. Nebo bychom z toho mohli udělat soutěž a žák s největším počtem zvuků by vyhrál.

Cílem tohoto úkolu je, aby si děti uvědomili, co vše vnímají a jak je sluch důležitým orgánem. Upozornit děti na to, že pokud se často vystavují hluku, který přesahuje 90 dB, může dojít k trvalým poruchám sluchu. Tuto úroveň překračují silně frekventované silnice, ale i hudba puštěná ve sluchátkách na maximum.





obrázek 3 – Ukázka hladin zvuku, převzato z [23]

## Kolik decibelů škodí

### Přípustná denní dávka hluku

Hluk	Hodiny	Minuty	Vteřiny
85 dB	8		
88 dB	4		
91 dB	2		
94 dB	1		
97 dB	-	30	
100 dB	-	15	
103 dB	-	7	30
106 dB	-	3	45
109 dB	-	1	53
—	-	-	-
130-140 dB	-	-	<1

Zdroj: Národní ústav pro bezpečnost práce a zdraví USA

obrázek 4 – Kolik decibelů škodí lidskému uchu, převzato z [23]

## 4.2 Světelné jevy

Světlo, které na předměty v našem okolí dopadá, se od nich odráží a vstupuje do našeho oka. Vidíme proto jen ta tělesa a látky, které jsou samy zdrojem světla, nebo které jsou osvětlené. Ve zdrojích světla vzniká světlo různými procesy. Svítí například tělesa rozžhavená na vysokou teplotu jako je Slunce, vlákno žárovky, plamen svíčky a jiné. Svítit, ale mohou i tělesa nerozžhavená (zářivka, světluška, ...). Jako zdroj světla můžeme považovat i Měsíc nebo bílou zeď, která světlo odráží. „Ve vakuu je **rychlost světla** 300 000 kilometrů za sekundu. Ve fyzice ji označujeme malým písmenem *c*. V ostatních prostředích je rychlost světla menší. V následující tabulce můžeme opravdu vidět, že v průhledných prostředích se světlo šíří vždy menší rychlostí než ve vakuu.“ [24]

Optické prostředí	Rychlost světla v $\frac{\text{km}}{\text{s}}$
vakuum	300 000
vzduch	téměř 300 000
led	229 000
voda	225 000
sklo	200 000
diamant	124 000

Tabulka 2 – Hodnoty šíření světla v různých prostředích, převzato z [24]

#### 4.2.1 Světlo a organismy

*„V našich zeměpisných šířkách je velká závislost organismů na změnách světelného režimu, který je dán otáčením Země kolem osy a oběhem kolem Slunce (střídání dne a noci, délka dne). Délka dne ovlivňuje u rostlin vytváření květů. Podle délky dne rozlišujeme rostliny krátkého dne a dlouhého dne. Rostliny krátkého dne vykvétají na jaře nebo na podzim, rostliny dlouhého dne kvetou v létě.“*  
[14]

Pohyby rostlin dělíme na pasivní a aktivní. Mezi pohyby pasivní řadíme takové, které nejsou vlastními pohyby rostliny. Je to například vítr. Na rozdíl od toho pohyby, které si rostlina řídí sama jsou aktivní. Takové pohyby jsou, ale též ovlivněny vnějšími podmínkami, jako je například střídání dne a noci. Květy nebo i celá květenství se na noc zavírají a s vycházejícím sluncem opět otevírají. Dalším aktivním pohybem rostliny je otáčení „za světlem“, kdy některé květiny, jako je například slunečnice, otáčejí své čepele listů kolmo ke směru dopadajících slunečních paprsků a zajišťují si tak dostatek světla. Rostliny ovlivňuje i gravitační síla. Ta zajišťuje, že při různém položení semen v půdě se jejich kořen otočí vždy směrem ke středu Země. [12]

Nejdůležitější vlastností rostlin pro náš život na Zemi, je to že dokážou poutat Sluneční energii a přetvářet látky anorganické na látky organické. energii vyzařovanou Sluncem zachycuje zelené barvivo nazývané chlorofyl, který je uložený v zelených částech rostliny, v tzv. chloroplastech. Tato schopnost se nazývá **fotosyntéza**. Zelené rostliny přijímají z půdy vodu s neustrojenými (minerálními) látkami a ze vzduchu oxid uhličitý. Pomocí sluneční energie a chlorofylu potom vytvářejí látky ustrojené (prvně to jsou sacharidy, až z nich postupně začnou vznikat další látky jako lipidy, proteiny, aj.). Pro nás nejdůležitějším produktem fotosyntézy je, ale kyslík. [11]

Ovšem pro živočichy je světlo stejně tak důležité jako pro rostliny. Proto došlo k vyvinutí zrakového ústrojí. U prvoků nacházíme orgán nazývaný stigma, což je světločivná skvrna, která informuje organismus o množství dopadajícího světla. [11] Žraloci mají velké oči, které jsou velice

citlivé na světlo, ale přesto mají malou ostrost vidění. [12] Mnohé z krakatic žijí ve velkých hloubkách, proto se u nich vyvinulo světélkující ústrojí. [11]

Barva je součást zrakového vjemu. Barva předmětu závisí na barvě světla, které předmět odráží (např. tráva odráží zelené světlo) nebo propouští. Bílý předmět odráží všechny barvy spektra, černý naopak skoro všechno světlo pohlcuje. Předmět, může být, ale také osvětlen již barevným světlem. Pro naše oko je nejpříjemnější zelená barva. [8]

Druhy živočichů můžeme od sebe rozeznávat právě podle barvy. Barva jim slouží jako ochrana před predátory, protože dokážou splynout s prostředím. Například hlavonožci dovedou ve zlomku vteřiny změnit své zbarvení a splynout s okolím. [11] Chameleon mění svou barvu podle podkladu, na kterém žije a dokáže svou barvu měnit i pokud je rozrušený. [12] Žáby rodu pralesničkovití svou křiklavou barvou již upozorňují nepřítel na to, že jsou jedovaté. Oproti tomu, někteří živočichové využívají výrazné zbarvení i když jsou ve své podstatě úplně neškodní. Tímto tvorem je například pestřenka z řádu dvoukřídlých, která je zbarvená jako vosy.

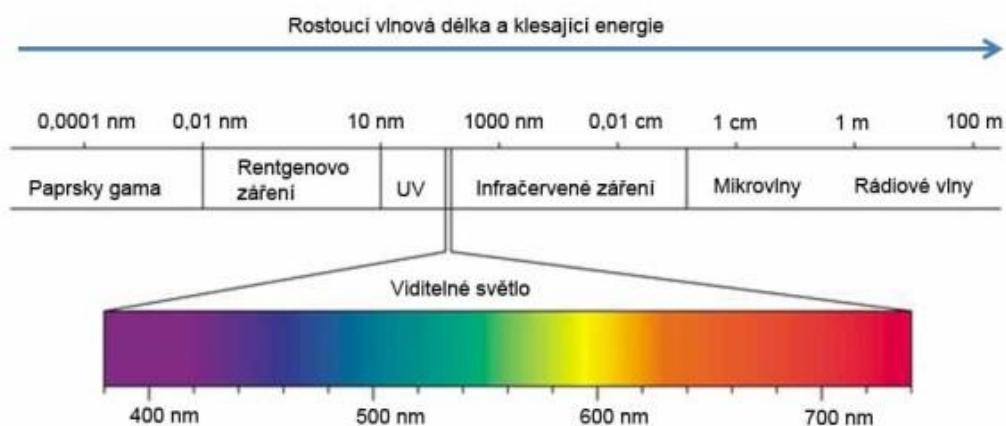
Ptákům slouží obrysové peří především k letu, ale je nositelem tvaru a barvy. Samečci jsou vizuálně hezčí než samičky právě z toho důvodu, že jsou barevnější. Typickým příkladem můžeme uvést kachnu a kačera [12]

I každý člověk, má kůži přizpůsobenou k podmínkám, ve kterých žije. Množství UV-záření se totiž mění podle zeměpisné šířky a nadmořské výšky. Podle schopnosti kůže reagovat na UV – záření stanovil v roce 1975 dermatolog z Harvardovy univerzity Thomas B. Fitzpatrick šest fototypů. Jednotlivé fototypy jsou popsány podle barvy kůže, tvorby pih, barvy vlasů a očí. V pokožce jsou buňky obsahující kožní pigment, který má ochrannou funkci a to takovou, že zachycuje právě ono zmíněné ultrafialové záření. Při delším pobytu na slunci se pigment dostává blíže k povrchu pokožky a pokožka tak tmavne. Při pobytu na slunci je také velmi důležité chránit oči brýlemi s UV-filtrem a chránit je tak před poškozením. Dlouhodobé sledování televize, počítače, či dalších světelných efektů též poškozuje oči! [13]

#### **4.2.2 Oko**

*„Nejvíce informací o svém okolí získáváme zrakem. Je to víc než 80 % všech informací. Získáváme je prostřednictvím světla, které předmět vydává nebo které se od něj odráží. Největším přirozeným zdrojem světla je slunce. Slunce vysílá na Zemi velké množství elektromagnetického*

záření. Část, kterou může naše oko zpracovat, se nazývá **viditelné záření – světlo**. Jeho složení naznačuje následující obrázek č.5 “ [7]

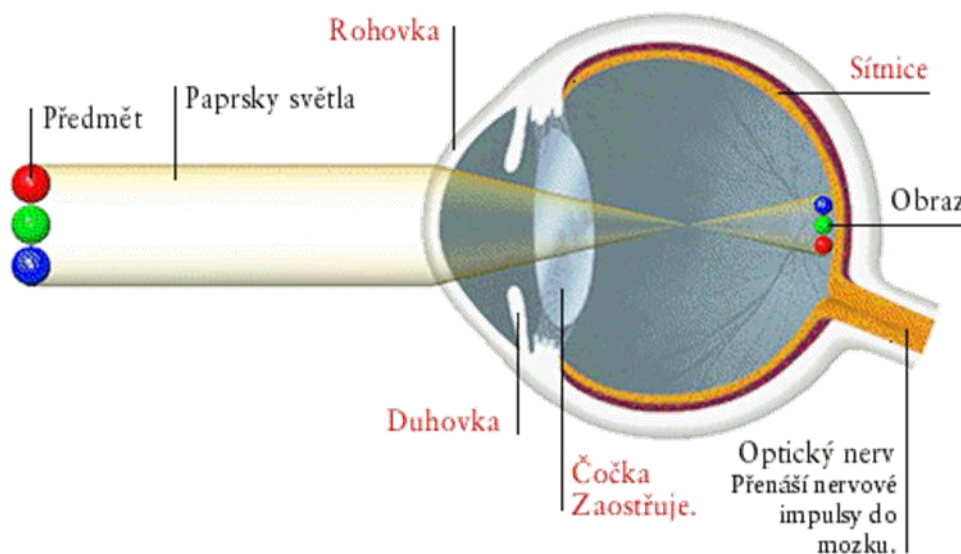


Obr. Elektromagnetické spektrum

obrázek 3 - Elektromagnetické spektrum světla, převzato z [25]

Zrak je nejdůležitějším lidským smyslem. Základem jeho činnosti je zobrazení předmětu spojkou na sítnici. Ovšem obraz se na sítnici zobrazuje pouze plošně, proto abychom ho mohly vnímat prostorově musíme mít dvě oči. Ovšem mozek je schopný se přizpůsobit a okolí vnímat prostorově i jedním okem. Je to důsledek paměťových drah, podle kterých mozek může rozeznat, jak je daný předmět velký. Trojrozměrnost můžeme především vnímat, pokud jedem autem nebo vlakem. Kdy například stromy u silnice se nám zdají rozmazané, rychle se kolem nás míhají, ale zadíváme-li se do dálky na kopce nebo hory ani nezaznamenáme, že se hýbou. Lidská oční bulva má tvar koule o průměru 2,4 cm. Tři páry jemných svalů umožňují pohyb oka v oční dutině. Samotné oko je od vnějších vlivů chráněno víčkem. Světlo vstupuje do oka rohovkou. Rohovka je průhledná vrstva, která též chrání oko. Poté se světlo dostává přední oční komorou a dopadá na kruhový otvor v duhovce, který nazýváme zornice. Duhovka se nazývá podle toho, že určuje barvu očí, nejčastěji je to hnědá, modrá a zelená barva. Zornice za pomoci stahů svalů mění svoji velikost. Touto změnou velikosti tak může řídit množství světla, které do oka projde. Při nadbytku světla se zornice zúží, v šeru naopak rozšíří. Nejen lidské oko reaguje na různou intenzitu osvětlení. Například zornička koček je uzavírána dvěma svaly ze stran a dostává tak svůj charakteristický tvar. Za dne jimi proniká do oka kočky pouze úzký svazek světla. Průchodem světla okem se na sítnici vytváří obraz. „Všimli jste si někdy jak kočka svítí v noci oči, když na ně dopadne světlo? Je to proto, že kočka má v oku zvláštní vrstvu která, podobně jako odrazové sklíčko na kole, odráží světlo. Světlo tak i v malém množství dokonale využije.“ [12] Činnost čočky spočívá v jejím přizpůsobování. Když se díváme na

předmět, který je blízko, čočka se vyklenuje a ohnisková vzdálenost se zmenšuje. Díváme-li se na předměty vzdálenější, čočka se zplošťuje a ohnisková vzdálenost roste. V obou případech se snaží vytvořit dokonalý obraz. Tato schopnost se cizím slovem nazývá **akomodace** neboli zaostřování. Akomodace závisí na správném fungování řasnatého tělesa, na kterém je oční čočka zavěšena a které svými stahy řídí vyklenutí i zploštění čočky. Nakonec světlo dopadne přes sklivec na sítnici, kde vytváří obraz, který je skutečný, zmenšený a převrácený. Správný vjem se vytváří až v mozku. Místo nejostřejšího vidění se nachází v místě nazývaném žlutá skvrna. Zde se nachází největší počet buněk zajišťující barevné vidění. Těmto buňkám se říká čípký. Ty jsou schopny činnosti pouze při dostatečném osvětlení. V oku jsou také buňky zvané tyčinky, které ale zaznamenávají pouze odstíny šedi, to znamená jen světlo a stín. V místě, kde z oka vychází zrakový nerv je místo, kde se nenachází žádné tyčinky ani čípký. Tomuto místu říkáme slepá skvrna. Pokud paprsek světla dopadne do tohoto místa, mozek nedostane žádnou informaci, žádný obraz, který by mohl vyobrazit. V tomto místě jsme slepí. [13;24]



obrázek 4 - Stavba oka, převzato z [26]

### 4.2.3 Oční vady

Nejčastějšími očními vadami oka jsou **krátkozrakost** a **dalekozrakost**, které jsou způsobeny špatnou akomodací čoček. Pozitivní na těchto vadách je to, že se dají jednoduše vyřešit pomocí čoček umístěných v brýlích. [13] Pokud je oko poněkud delší, nebo jeho čočka je trochu více zakřivená, má proto menší ohniskovou vzdálenost a obraz se tak nevytváří na sítnici jak u zdravého oka, ale už před sítnicí. Této vadě říkáme krátkozrakost. Lidé s touto vadou mohou bez problému zaostřit předměty které jsou blízko, ale nedokážou zaostřit předměty vzdálené. Aby obraz vznikl správně na sítnici je zapotřebí použít rozptylku. Je dokázáno, že krátkozrakost se v průběhu

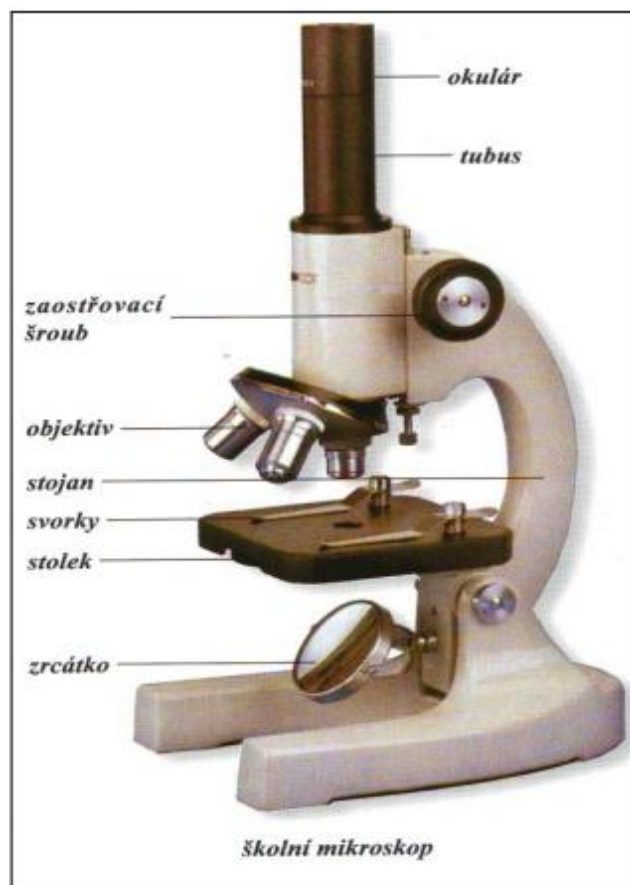
dospívání může zlepšit. Ovšem vlivem stárnutí dochází k opotřebení a oko již není schopno zaostřit předměty na menší vzdálenosti. Proto se staří lidé neobejdou bez brýlí na čtení. Na rozdíl od oka krátkozrakého, u oka dalekozrakého se setkáváme s tím, že obraz je tvořen až za sítnicí. Čočka má tak větší ohniskovou vzdálenost oproti zdravému oku. Proto oko s touto vadou nedokáže ani při největším zakřivení čočky vidět ostře blízké předměty. Oku můžeme pomoci použitím spolek. [24]

*„Speciálními čočkami lze odstranit i špatné zakřivení rohovky, tzv. astigmatismus. Šilhání je způsobeno špatnou souhrou činnosti okohybných svalů, zajišťujících pohyb oční koule. Tím bývá porušena správná prostorovost vidění.“* [13]

#### **4.2.4 Mikroskop**

To, co vidíme pouhým okem označujeme pojmem makrosvět. Ovšem na Zemi žije mnoho druhů organismů, které jsou okem nezahlédnutelné, a tak je zařazujeme do mikrosvěta. Jde především o bakterie a viry. Nejde ovšem jen o mikroskopické organismy, ale i o prozkoumání vnitřní stavby organismů. Aby tohle bylo možné bylo zapotřebí vymyslet a zhotovit pomůcky a přístroje, které toho budou schopné. Takovou nejjednodušší a nezákladnější pomůckou je lupa. Lupa slouží ke zvětšení drobných a špatně viditelných částí. Nejčastěji ji v přírodopisu používáme k pozorování stavby květu nebo povrchu listů. Ovšem k pozorování vnitřních částí rostlin, a hlavně živočichů potřebujeme už mikroskop. Ten sestrojil Holanďan Antony van Leeuwenhoek kolem roku 1650 a jako první pozoroval v kapce vody pohyb drobných živočichů. [11]

*„Základem mikroskopu je stojan (stativ), na kterém jsou upevněny jednotlivé části. Na stolek se svorkami upevňujeme mikroskopický preparát. Preparát je pozorovaný objekt, který pokládáme na podložní sklo (nejčastěji do kapky vody) a uzavíráme krycím sklíčkem. Nad stolek nese stativ tubus, který směrem k preparátu má objektiv – soustavu čoček. Objektivy mají různé zvětšení; můžeme je podle potřeby měnit. Na opačném konci tubusu je okulár. Je to opět soustava čoček, která upravuje obraz vytvořený objektivem tak, aby byl pozorovatelný okem. Po stranách stojanu jsou zaostřovací šrouby. Prosvětlení preparátu umožňuje zabudovaný zdroj světla, lampa ve stativu. U starších mikroskopů se používá pro prosvětlení preparátu zrcátko. Mezi zrcátkem nebo světelným zdrojem a stolek bývá kondenzor a kolektor – optické zařízení na regulaci světla.“* [11]



obrázek 5 - Popis mikroskopu, převzato z [27]

#### 4.2.5 Laboratorní cvičení – práce s mikroskopem

Důležitým prvkem ve výuce přírodopisu je podle mého názoru práce s mikroskopem. Už mnohokrát jsem tuto dovednost využila a potřebovala ji ke svému studiu biologie. Proto dalším návrhem na praktickou výuku v mé bakalářské práci je právě laboratorní cvičení, kdy žáci budou pozorovat prvky v senném nálevu. (viz. příloha č.2) Prvních pár vět je věnováno lehkému opakování a žákům je sděleno čemu se budou danou hodinu věnovat. Na první straně je uveden cíl práce, úkol, pomůcky a postup. Na další straně jsou potom vytvořena okna pro nákres prvků, které v senném nálevu naleznou. Pro ilustraci jsem vložila obrázky organismů, které bychom eventuelně v senném nálevu mohli nalézt. Na závěr hodiny je potom vytvořený pracovní list, kde si děti zopakují, co se v hodině dozvěděli.

## 5 Dotazníkové šetření

### 5.1 Úvod

Vytvořený dotazník (příloha č.3) jsem měla možnost dát k vyplnění do devátých tříd na základní školu v Českých Budějovicích. Celkový počet vyplněných dotazníků byl 58. Z čehož jsem musela jeden dotazník vyloučit z důvodu absolutně nevhodných odpovědí. Žáci dostali dotazník na konci jejich studia na základní škole, takže jsem očekávala, že na všechny otázky by měli být schopni odpovědět. První strana nebyla sestavena z otázek, ptající se na jejich vědecké znalosti, nýbrž byla zaměřena na praktickou výuku předmětů. V dotazníku jsem se ptala na různé exkurze, vyučování v přírodě, nebo na mikroskopování. Druhá strana potom už byla zaměřena na teoretické znalosti žáků. Na začátku druhé strany si můžete všimnout obrázku mikroskopu, kde žáci k němu měli přiřadit názvy jeho částí. Další otázky se týkají zvuku, rychlosti, fotosyntézy a zraku.

Dotazníkem jsem chtěla dokázat, že děti, které mají radši fyziku, budou v otázkách zaměřené na tento obor lepší než v otázkách, které jsou zaměřené na přírodopis. A naopak. Dále jsem se chtěla dozvědět kam se děti v okolí Českých Budějovic mohou podívat a jak jim já, jakožto budoucí paní učitelka budu moct trochu ozvláštnit výuku.

### 5.2 Vyhodnocení dotazníku

Po přečtení odpovědí, jsem přišla na pár nedostatků, které se v dotazníku nacházejí. Například žáci, velice často neodpovídali na celou otázku č.8, vynechávali totiž konec otázky, a to postup práce při mikroskopování. Takže usuzuji, že pro příští práci musí být otázky spíše stručné a od sebe oddělené. Pro můj zájem mi v dotazníku chyběla otázka, zda respondent je dívka či chlapec. Protože podle výzkumu docenta L. Dvořáka je zjištěno „že, dívky více než chlapci preferují témata, která poukazují na mezipředmětové vazby s biologií (např.: k čemu využívají ryby a medúzy „hlasu moře“; jak se využívá rentgen a ultrazvuk v medicíně; proč se obtížně svléká mokré oblečení) nebo témata, která souvisejí s estetickými výchovami (např.: jak vzniká zvuk v hudebních nástrojích; za jakých podmínek vzniká duha)...“ [6] Mohla bych potom toto zjištění vyvrátit nebo podpořit.

38 žáků odpovědělo, že mají radši přírodopis než fyziku. Každý z nich si vzpomněl aspoň na jednu exkurzi, kde za dobu studia byl. Ovšem odpovědi se nijak nelišily a šlo v podstatě jen o tři místa a to: *Jihočeská zoologická zahrada Hluboká nad Vltavou*, *Kouzelné bylinky – bylinková zahrada v Českém Krumlově*, *výstava hub v Historické budově Jihočeského muzea*. Ojediněle si děti vzpomněly na výstavu *Body Worlds* nebo na *Krokodýlí zoo v Protivíně*. Zmíněná byla také *botanická zahrada*, *pěstitelská zahrada*, *Biologické centrum AV ČR*. A co se týče výuky v přírodě žáci šli na jednu hodinu do lesa poznávat stromy a jednu vyučovací hodinu strávili u Vrbenských rybníků. Co se týče

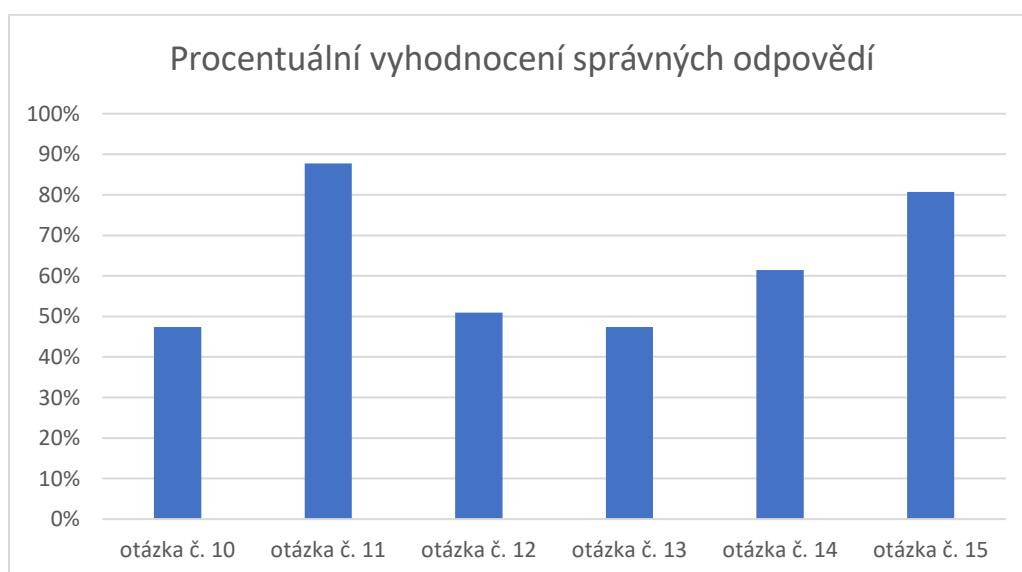


exkurzí zaměřené na vědu žáci uvedli pouze tři místa: *Hvězdárna a planetárium České Budějovice, Jaderná elektrárna Temelín, Plzeňské science center Techmania.*

Co se fyzikálních pokusů ve vyučovací hodině týče, bylo vidět, že nejvíce věci si pamatují žáci, kteří zakroužkovali, že jejich oblíbený předmět je fyzika. Jejich odpovědi byly konkrétnější a pokusy lépe popsány. Celkově je, ale vidět, že jejich pan učitel se snaží do výuky zahrnovat praktickou ukázkou fyzikálních jevů. V dotazníku se objevili pokusy týkající se: *světla a stínu, lom světla, čoček, tření, magnetů, zrcadel, elektřiny, stlačování plynů, vakua.* Dále žáci uváděli, že si na konkrétní pokus nepamatují, ale věděli, že jim byl ukazován *Archimédův zákon, Pascalův zákon a Newtonovy pohybové zákony.*

U osmé otázky jsem se dozvěděla, že mikroskopování se věnovali již v 6. třídě a nejsou schopni si vzpomenout jak na postup práce či na to co vlastně mikroskopovali. Ovšem pár žáků si vzpomnělo na známé a vizuálně zajímavé věci jako např.: cibule, šípek, vajíčko, peří, jehličí a další.

V grafu č. 1 nalezneme vyobrazené procentuální vyhodnocení teoretických otázek, to jsou otázky od čísla 10 do čísla 15. Jak můžeme v grafu vidět největším problémem byly otázky č.10 a č.13, tj. jestli delfíni a netopýři komunikují přes infrazvuk nebo ultrazvuk a jak velká je rychlost světla. Nejjednodušší byla pro žáky otázka č. 11, která se týká toho, v jakém frekvenčním rozmezí slyší člověk. Po rozhovoru s paní učitelkou, která jim dotazník rozdávala, žáci tuto odpověď měli znát z předešlé hodiny. A ač u otázky č. 15 zodpovědělo 80% žáků správně, tak mě velmi překvapili žáci, kteří uvedli, že místo nejostřejšího vidění je ve slepé skvrně. Celková úspěšnost v těchto šesti teoretických otázkách byla 62,5%.



graf 1 - Procentuální vyhodnocení správných odpovědí

### 5.3 Závěr

Na závěr bych chtěla uvést, že v dotazníkovém šetření se mi potvrdilo, že žáci mají větší znalosti v předmětu, který je jim bližší. Ovšem žáci, kteří zakroužkovali, že je pro ně zajímavější fyzika, se lépe orientovali v otázkách týkajících se přírodopisu, ale naopak žáci, kteří mají radši přírodopis, už nemají takové množství znalostí, co se fyziky týče.

Dále bych zde chtěla upozornit na to, že děti už jsou více jak rok a půl doma z důvodu pandemie covidu-19. Takže možnost nějakých exkurzí, či pokusů byla značně zmenšena. Téma výletů a exkurzí jsem také řešila s paní učitelkou, které jsem dotazník dávala a ta mi řekla, že všeobecně je hrozně těžké, děti v dnešní době někam vzít, protože zodpovědnost a případné následky nějakého pochybení jsou velmi vážné, proto i děti, kterým byl dotazník dán, uváděly víceméně jen místa v okolí Českých Budějovic.

Potom mě překvapilo, že žáci ačkoli měli možnost odpovědi bez postihu, tak i přesto neodpověděli na nějaké otázky. Hodně se to týkalo popisu mikroskopu. Velký problém, který taky sledávám v dnešní době je, že žáci nedokážou neopisovat. V hodině byl problém s telefony, a i otevřené odpovědi byli u jednoho či dvou žáků úplně totožné.

## 6 Závěr

Pár slov na závěr mé práce. Integrace přírodovědných předmětů je z mého pohledu nevyhnutelná, z výzkumů a článků uvedených v mé práci jasně vyplývá, že tato metoda vyučování je efektivnější a dosahuje lepších výsledků jak vyučování izolované. Ovšem je to způsob, který je náročnější na přípravu, klade větší nároky na učitele a jejich vědomosti, ale pokud chceme, aby žáci viděli ve studiu smysl, dokázali nacházet souvislosti napříč předměty, uměli logicky přemýšlet a celkově rozvíjet svou mysl, je potřeba začít tento trend podporovat, protože jak řekl profesor Norman G. Lederman: *„Pokud věda přestane přinášet nové myšlenky, vývoj lidstva se zastaví.“* Ve školách je důležité, aby se výuka neomezila na pouhé učení se poznatkům. Žáci by vědu měli chápat v celé její šíři – celé NOS. (z anglického *Nature of Science*, tj. oblast, kterou věda zabírá).“ [3]

## 7 Přílohy

### 7.1 Příloha č.1

## Zvuk okolo nás

Vyber si nějaké prostředí (domov, město, příroda, ...) a poslouchej zvuky, které se okolo tebe vyskytují a zároveň rozhodni, zda je pro tebe daný zvuk příjemný či nepříjemný a zařaď ho do tabulky. Pak si vyber jeden či více zvuků z každé skupiny a z druhé strany napiš, proč jsi ho zařadil právě do této skupiny.

Příjemné	Nepříjemné
1.	1.
2.	2.
3.	3.
4.	4.
5.	5.
6.	6.
7.	7.
8.	8.
9.	9.
10.	10.
11.	11.
12.	12.
13.	13.
14.	14.
15.	15.
16.	16.
17.	17.
18.	18.
19.	19.
20.	20.
21.	21.
22.	22.
23.	23.
24.	24.
25.	25.

**Příjemný zvuk**

**Nepříjemný zvuk**

## 7.2 Příloha č.2

### Návrh praktické výuky

#### 1. část – Laboratorní cvičení

Nálevníci je kmen prvoků se dvěma nebo více nestejnými jádry. Na povrchu těla mají pevnější blanku (pelikulu) s řadami brv. Živí se mikroorganismy, které přihánějí brvami k buněčným ústům, nebo dravě jinými nálevníky, popřípadě jsou cizopasí. Žijí ve sladkých vodách, v moři i v půdě. Známo asi 5 500 druhů. Patří k nim například mrskavka, treпка a vířenka. Cílem pokusu je pozorovat prvoky pod mikroskopem. Prvoky budeme pozorovat ze senného nálevu, kteří si žáci připraví doma sami.

#### Úkol (zadání úlohy):

1. Podle postupu vytvořit vodní preparát
2. Na podložní sklíčko kápněte vodu ze sklenice se vzorky nebo z nálevu
3. Překryjte jemnou sítí z vláken vaty
4. Zakreslete a popište
5. Vyplňte pracovní list

**Pomůcky:** mikroskop, podložní a krycí sklíčka, preparační jehly, pinzetu, kapátko, filtrační papír, sklenice se vzorky, senný nálev, vatu

#### Postup (instrukce pro žáka):

- Výroba senného nálevu:

Do zavařovací sklenice s víkem nasypeme hlínu a přidáme rostlinný materiál (seno, listí, ...). Tuto směs poté zalijeme jakoukoli vodou z přírodního zdroje (jezíčko, rybník, kaluž, ...). Voda musí být ze stojatého zdroje. Sklenici potom zavíčkuje a necháme stát na světlém teplém místě. Za 3 – 4 dny začne nálev zahnívat a do týdne se objeví první nálevníci. Nálev necháme odležet minimálně 3 týdny.

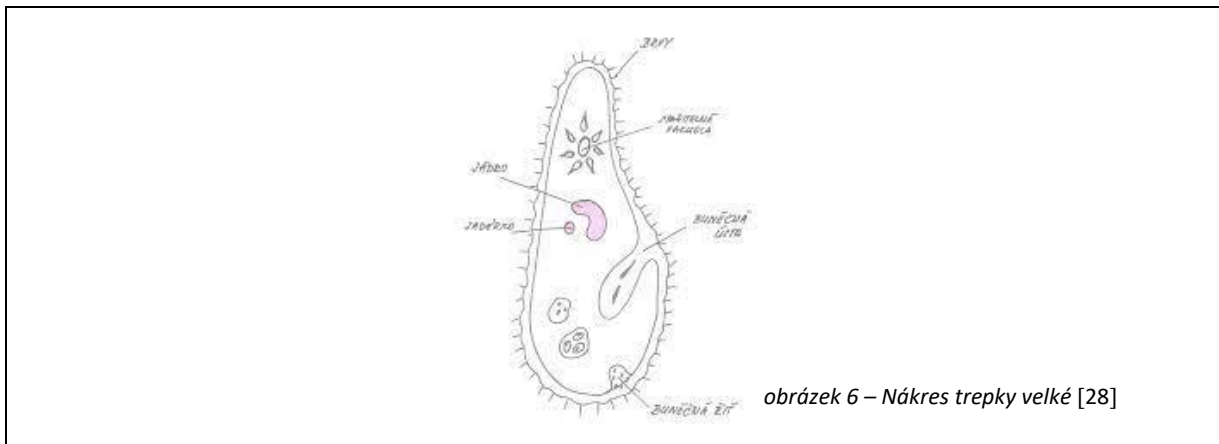
- Práce ve škole:

Pomocí pipety nebo kapátka odebereme ze senného nálevu vodu s mikroorganismy. Kápneme na podložní sklíčko kapku vodu z připravených vzorků. Přikryjeme sklíčkem tak aby preparát byl bez bublin. Takto připravený preparát vložíme do mikroskopu a pozorujeme pohybující nálevníky.

Mikroorganismy zakreslíme. V preparátu bychom mohli nalézt trepku velkou, bobovku, vejcovku, mrskavku, vířenku, ale i měňavku.

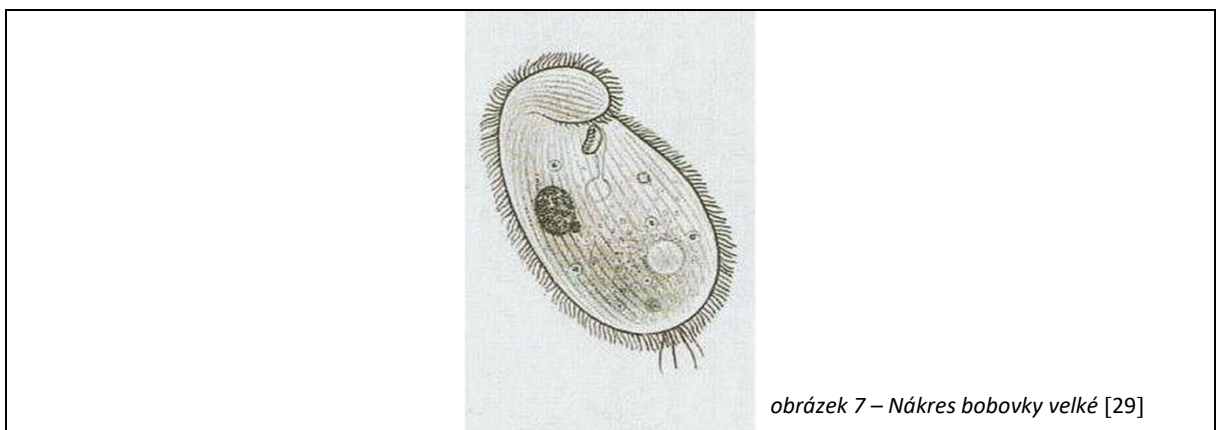
Nákres:

Zvětšení:



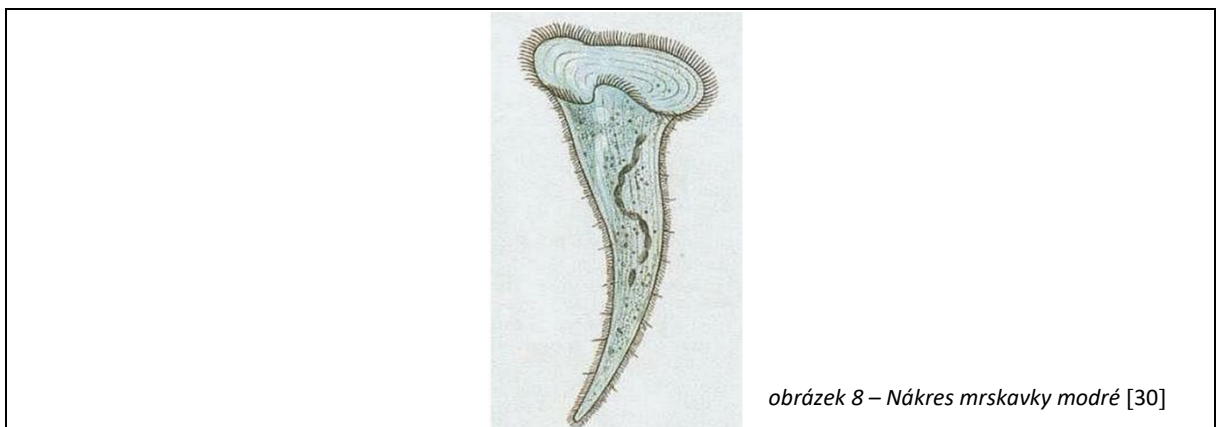
Nákres:

Zvětšení:



Nákres:

Zvětšení:



## 2. část - prvoci (Protozoa) – pracovní list [31]

1. Z čeho je odvozen název jedné ze skupin prvoků – bičíkovci?

- a) ze zdroje potravy
- b) z části jeho těla
- c) ze způsobu pohybu

2. Na obrázku je zakreslen původce jedné tropické nemoci, jeho přenašeč a člověk, který byl nakažen.

Doplňte chybějící údaje a popište průběh této choroby.

Přenašečem choroby je.....(obr c)

původcem choroby je.....(obr b)

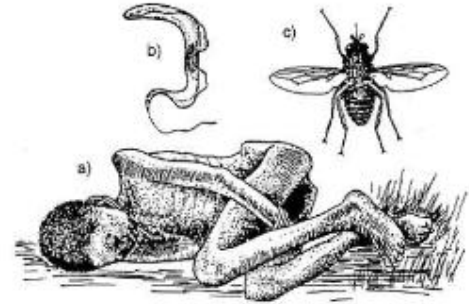
onemocnění se nazývá.....(obr a)

průběh nemoci.....

.....

.....

.....



3. Poznáte mě?

„Jsem maličká, ale hezoučká. Obě poloviny mého těla jsou stejné a každá má jedno jádro a čtyři bičíky. Abych se udržela tam, kde se mi líbí, mám maličké přísavky. Na místě, kde jsem přichycená, se množím, aby mi nebylo smutno. Ale organismům, ve kterých se schovávám, se to nelíbí. Už víte, kdo jsem?“

Mé jméno je:....., žiji v.....

a svým hostitelům způsobuji.....



4. Pojmenuj prvoka:

Masa rosolu, která je udržována elastickou blankou. Mění svůj tvar podle pohybu. Žije na hniјících vodních rostlinách v rybníce. ....

5. A tento prvok se jmenuje:

Potřebuje sluneční svit, aby si mohl vytvářet vlastní potravu. Ke slunečnímu svitu jej navádí červená skvrna, která na světlo reaguje. Je to jasně zelený bičíkovec. ....

6. Co je potravou prvoků?

.....

7. Jaký je význam prvoků v přírodě?

.....

8. Sestav potravní řetězec, kde jedním z článků bude prvok.

.....

.....

.....



7.3 Příloha č.3

Dotazníkové šetření

Škola:

Třída:

1. Jaký školní předmět máš raději? (zakroužkuj oblíbený předmět)

PŘÍRODOPIS - FYZIKA

2. Byl/a jsi někdy na přírodovědné exkurzi nebo na vyučovací hodinu venku v přírodě?

ANO – NE

3. Pokud ano, napiš, kde jste byli.

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

4. Byl/a jsi někdy na fyzikální exkurzi?

ANO – NE

5. Pokud ano, vzpomeneš si kde?

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

6. Vzpomeneš si na nějaké fyzikální pokusy, které vám pan/í učitel/ka ukazoval/a ve škole?  
(Pokud si nevzpomeneš přímo na konkrétní pokus stačí napsat čeho se pokus týkal.)

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

7. Mikroskopoval jsi už někdy ve škole?

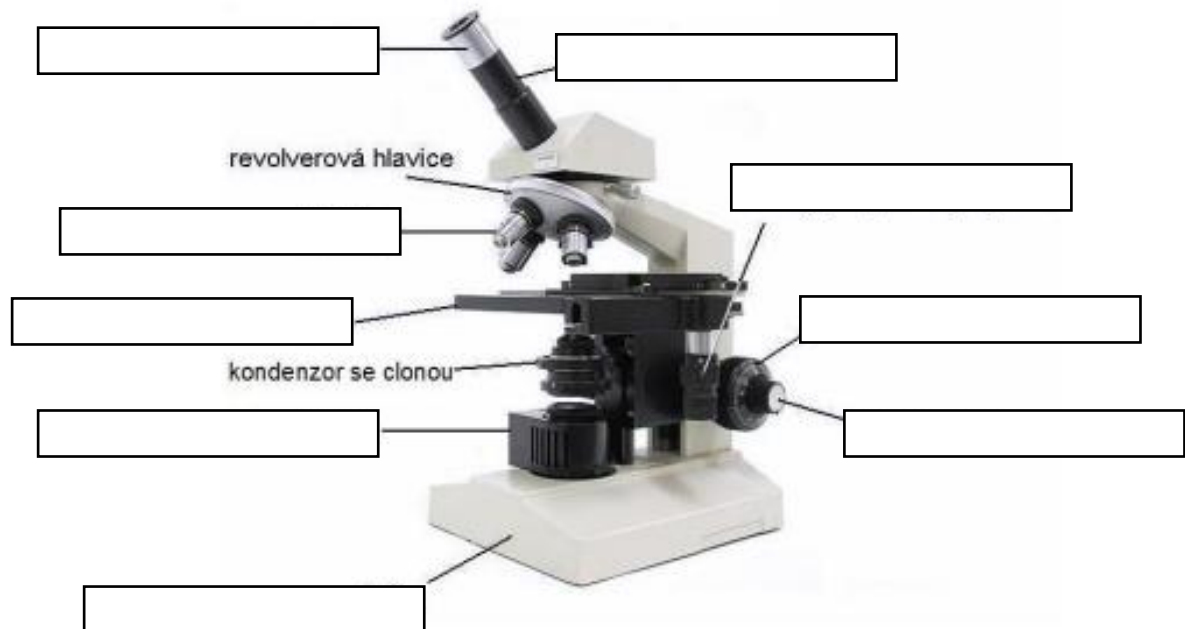
ANO – NE

8. Pokud ano, vybavíš si, co jste mikroskopovali a dokážeš popsat postup práce?

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

**9. Přiřaď názvy částí mikroskopu k obrázku.**

ŠROUBY PRO POSUN PREPARÁTU, MIKROŠROUB, STOJAN, TUBUS, STOLEK, MAKROŠROUB, OKULÁR, LAMPA, OBJEKTIVY



obrázek 9 – Mikroskop, převzal z [32]

**10. Delfíni a netopýři komunikují a orientují se v prostoru pomocí, jakého druhu zvuku?**

- a. Ultrazvuk
- b. Infrazvuk
- c. Slyšitelný zvuk

**11. Člověk slyší zvuky v rozmezí**

- a. Od 1000 Hz do 40 000 Hz
- b. Od 16Hz do 20 000 Hz
- c. Od 462 Hz do 34 000 Hz

**12. Pro člověka je nejdůležitější**

- a. Sluch
- b. Hmat
- c. Zrak

**13. Rychlost světla ve vakuu je:**

- a.  $300\,000\,000 \frac{m}{s}$
- b.  $500\,000\,000 \frac{m}{s}$
- c.  $800\,000\,000 \frac{m}{s}$

**14. Rostliny přeměňují ORGANICKÉ/ANORGANICKÉ látky na ORGANICKÉ/ANORGANICKÉ v procesu, který se nazývá FOSFORYLACE/FOTOSYNTÉZA. (Zakroužkuj správnou odpověď)**

**15. Místo nejostřejšího vidění v oku se nachází**

- a. Ve slepé skvrně
- b. Ve žluté skvrně
- c. Oko vidí ve všech místech stejně

## 8 Seznam použité literatury

- [1] PODROUŽEK, L. *Integrovaná výuka na základní škole v teorii a praxi*. Plzeň : Fraus, 2002. s. 10.
- [2] PRŮCHA, J. *Moderní pedagogika*. 1. vyd. Praha : Portál, 1997. ISBN 80-7178-170-3. s. 264
- [3] <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/6759/CO-JSME-POZNALI-A-KAM-MIRIME.html/?print=1>
- [4] <https://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/12039/integrace-ve-vyuce.html/>
- [5] [https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/teaching-and-learning-single-structure-education-7\\_cs](https://eacea.ec.europa.eu/national-policies/eurydice/content/teaching-and-learning-single-structure-education-7_cs)
- [6] DVOŘÁK, Leoš. *Lze učit fyziku zajímavěji a lépe?: příručka pro učitele*. Praha: Matfyzpress, 2008. ISBN 978-80-7378-057-9.
- [7] <https://www.zsvalticka.cz/pdf/fyzika2.pdf>
- [8] ŠIMON, Miroslav. *Slovník pojmů z fyziky pro základní školu*. Praha: Prometheus, 2009. ISBN 978-80-7196-361-5.
- [9] <https://kdf.mff.cuni.cz/vyzkum/NPVII/materialy/a7105-1.pdf>
- [10] <https://citaty.net/citaty/1972008-albert-einstein-podivej-se-hluboko-do-prirody-a-pak-vsechno-lepe-p/>
- [11] ČERNÍK, Vladimír. *Přírodopis 6: zoologie a botanika: pro základní školy*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2006. ISBN 978-80-7235-374-3.
- [12] ČERNÍK, Vladimír, Marta HAMERSKÁ, Zdeněk MARTINEC a Jan VANĚK. *Přírodopis 7: zoologie a botanika pro základní školy*. 2. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2008. ISBN 978-80-7235-387-3
- [13] ČERNÍK, Vladimír, Zdeněk MARTINEC, Vladimíra VODOVÁ a Jan VANĚK. *Přírodopis 8: biologie člověka pro základní školy*. 2. vydání. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, akciová společnost, 2015. ISBN 978-80-7235-559-4.
- [14] ČERNÍK, Vladimír. *Přírodopis 9: geologie a ekologie pro základní školy*. Praha: SPN - pedagogické nakladatelství, 2015. ISBN 978-80-7235-559-4.
- [15] RAUNER, Karel. *Fyzika 8: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2006. ISBN 80-723-8525-9.
- [16] <https://www.nature.com/articles/s41467-020-14356-3>

- [17] [https://www.denik.cz/ze\\_sveta/ptaci-rekordman-zvonovec-bily-vyloudi-nejhlasitejsi-zvuk-na-svete-20191022.html](https://www.denik.cz/ze_sveta/ptaci-rekordman-zvonovec-bily-vyloudi-nejhlasitejsi-zvuk-na-svete-20191022.html)
- [18] <https://www.mundo.cz/vrestan-plastikovy>
- [19] <https://cs.airport-consultant.com/10-loudest-animals-world-156165#!/back>
- [20] <https://veda.instory.cz/441-jak-spolu-komunikuji-delfini-vedci-zacinaji-mit-jasno.html>
- [21] <https://adoc.pub/lidske-a-zvieci-ucho.html>
- [22] <http://metabolimed.cz/menierova-choroba/ucho-3/>
- [23] <https://www.blesk.cz/galerie/zpravy-politika/450366/rve-vam-pod-okny-hlasita-hudba-podle-poslancu-to-neni-hluk?foto=2>
- [24] RAUNER, Karel. *Fyzika 7: pro základní školy a víceletá gymnázia*. Plzeň: Fraus, 2005. ISBN 80-723-8431-7.
- [25] <https://labguide.cz/fluorochromy/elektromagneticke-spektrum/>
- [26] [http://veronika.sovova.sweb.cz/f\\_9r/optika.htm](http://veronika.sovova.sweb.cz/f_9r/optika.htm)
- [27] [https://is.muni.cz/th/pmz8j/Tvorba\\_a\\_pouziti\\_mikrofotografii\\_prvoku\\_a\\_zivocichu\\_pri\\_vyuce\\_prirodopisu.pdf](https://is.muni.cz/th/pmz8j/Tvorba_a_pouziti_mikrofotografii_prvoku_a_zivocichu_pri_vyuce_prirodopisu.pdf)
- [28] [http://old.agkm.cz/projekt\\_inovace/bi/Nalevnici.pdf](http://old.agkm.cz/projekt_inovace/bi/Nalevnici.pdf)
- [29] [https://www.guh.cz/edu/bi/biologie\\_bezobratli/html01/foto\\_016.html](https://www.guh.cz/edu/bi/biologie_bezobratli/html01/foto_016.html)
- [30] [http://www.guh.cz/edu/bi/biologie\\_bezobratli/html01/foto\\_019.html](http://www.guh.cz/edu/bi/biologie_bezobratli/html01/foto_019.html)
- [31] <https://www.gymelg.cz/sites/default/files/biologie/pracL%20systém%20prvoků.pdf>
- [32] <http://www.petrdivornik.cz/wp-content/uploads/2015/10/MIKROSKOP-a-základy-mikroskopování.pdf>