

**UNIVERZITA PALACKÉHO V OLOMOUCI**  
**PEDAGOGICKÁ FAKULTA**  
**KATEDRA BIOLOGIE**

Bakalářská práce

Lenka Valáriková

Provázanost učiva přírodopisu a matematiky  
na 2. stupni základních škol

Olomouc 2020

Vedoucí práce: Mgr. Jitka Kopecká, Ph.D.

## **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracovala samostatně a všechny použité informační zdroje jsem uvedla v seznamu literatury.

V Olomouci dne

.....

podpis studentky

## **Poděkování**

Děkuji vedoucí práce Mgr. Jitce Kopecké PhD za metodické vedení práce a pomoc při zpracování práce. Také jí děkuji za ochotu, cenné rady a věnovaný čas při vedení mé bakalářské práce. Dále bych chtěla poděkovat svému manželovi Miroslavu Valárikovi a svým dětem za neuvěřitelnou trpělivost, toleranci a podporu při psaní mé práce.

# Obsah

Úvod .....	5
1. Cíle práce .....	6
2. Analýza rámcového vzdělávacího programu a školního vzdělávacího programu .....	7
3. Mezipředmětové vztahy .....	11
3.1. Mezipředmětové vztahy - matematika a přírodopis .....	13
4. Vyučovací metody .....	19
5. Ukázka možnosti propojení matematiky a přírodopisu za použití aktivizačních metod .....	24
5.1. Mravenčí rekordmani .....	24
5.2. Vědci v akci .....	26
5.3. Projektový den – „Zlaté číslo“ .....	31
5.4. Jak zvážit koně .....	36
Závěr .....	39
Literatura .....	40
Seznam příloh .....	42
Přílohy .....	43
Příloha č. 1 Mravenčí rekordmani .....	43
Příloha č. 2 Projektový den – „Zlaté číslo“ .....	43
Příloha č. 3 Jak zvážit koně .....	47
Anotace .....	48

## Úvod

V dnešní přetechnizované době velice často vyvstává problém s tím, jak přesvědčit žáky, že ta daná, či jiná věc, je ro ně důležitá a budou ji ve svém budoucím životě potřebovat. Matematika a přírodopis patří právě k předmětům, u kterých při výuce často slýcháváme: „*A k čemu mi to vlastně bude?*“. Pokud se chceme tomuto negativnímu aspektu vyhnout, je potřeba žákům ukázat tyto předměty z jiného pohledu a v jiných souvislostech. Je vhodné zdůraznit dlouhodobý smysl dané látky a její propojení s jinými, pro žáky možná zajímavějšími obory (Petty 2009). Toto propojení nám umožní právě ukázání mezipředmětových vztahů a to nejenom mezi dvěma předměty, jak je prezentováno v této práci, ale i mezi předměty napříč kurikulem – v tzv. transverzálních nebo průřezových tématech.

Vedle motivace je velice důležitá i forma podání daného učiva. Pro žáky je nutné si uvědomit, že učení neprobíhá tím, že sedí ve třídě a poslouchají výklad učitele. K tomu aby se něco naučili a to tak, že si danou věc budou dlouhodobě pamatovat a budou ji schopni použít i v praktickém životě, je potřeba, aby si uvědomili, že se na učení musí podílet aktivně. Je důležité s nimi diskutovat, vést je k hodnocení sebe sama, vzbuzovat v nich zvědavost a podněcovat je k tomu, aby si stanovovali vlastní (osobní) cíle (Petty 2009). K těmto věcem právě napomáhá využití aktivizačních metod při výuce. Tyto metody se dají aplikovat prakticky na jakýkoliv předmět nebo téma a jejich přínos je obrovský.

## **1. Cíle práce**

Cílem práce je na vhodných příkladech z učiva přírodopisu a matematiky ukázat, jakým způsobem jde oba předměty metodicky i obsahově propojit. Budou k tomu aktivně využívány vybrané učebnice přírodopisu a matematiky pro 2. stupeň ZŠ. Současně bude provedena analýza rámcového a vybraného školního vzdělávacího programu pro základní vzdělávání s cílem zajistit vhodné propojení učiva při respektování jeho kognitivní náročnosti a vývoje poznávacích procesů u žáků na 2. stupni ZŠ. Toto bude ukázáno na několika praktických příkladech.

## 2. Analýza rámcového vzdělávacího programu a školního vzdělávacího programu

Rámcový vzdělávací program (RVP) a Školní vzdělávací program (ŠVP ZV) jsou dokumenty, které jsou součástí kurikulárních dokumentů pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let. Kurikulum ve svém nejobecnějším pohledu znamená obsah vzdělávání. Je to termín, který je odvozen z latinského curriculum = běh, závod, dráha. Tento termín byl používán ve středověku, nicméně později byl vytlačen jiným termínem a to učební plán (Blankertz 1972). Jeho používání zůstalo zachováno v anglosaské jazykové oblasti a odtud se zpětně rozšířilo do celého světa. V dnešní době se pod obsahem tohoto slova nevidí jenom rozvržení učiva a jeho obsah, ale určuje i učební plán žáků tzn. veškeré zkušenosti, které žáci ve škole získají (Maňák 2007) V minulosti jsme mohli sledovat dvě koncepce kurikula, a to evropskou a americkou. Americké kurikulum bylo zaměřeno více na základní životní potřeby a potřeby společnosti. Bylo ovlivňováno postoji rodičů, občanů a respektovalo krajové zvláštnosti. Naproti tomu kurikulum evropské se více opíralo o staré tradice a až dodatečně se uplatňoval důraz na praktičnost. Jisté rozdíly v těchto dvou pojetích kurikula lze sledovat až do dnešní doby (Maňák 2007). Jejich srovnáním se budeme zabývat níže.

Jak už bylo řečeno, kurikulum se nezabývá pouze obsahovou stránkou vzdělávání, ale vymezuje i ideovou, organizační a metodickou stránku. Těmito částem kurikula se říká dimenze. Jednotlivé dimenze můžeme charakterizovat takto (Maňák 2007):

- **Obsahová dimenze** vymezuje jaké základní učivo, vědomosti, dovednosti a především kompetence (což je hlubší propojení dovedností a vědomostí, které jsou žáci schopni v reálném životě aplikovat), které by měl žák ovládat.
- **Ideová dimenze** určuje vzdělávací cíle, ideje, principy, morální principy, ale hledá i efektivní cesty k optimálnímu rozvoji zdravé a harmonické osobnosti.
- **Organizační dimenze** je spojena s konkrétními školami – patří sem učební plány, učebnice, metodické příručky, školní dokumenty atd.
- **Metodická dimenze** se soustředí osobností učitele, ten vybírá výukové metody, didaktické prostředky, formy hodnocení

Kurikulární dokumenty České republiky jsou zavedeny na dvou úrovních a to státní (RVP) a školní (ŠVP). RVP je volně přístupný dokument vydávaný Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy. Je rozdělen do několika samostatných programů pro předškolní vzdělávání, základní

školy, gymnázia atd. Analýza v této práci byla zaměřena pouze na RVP ZV, což je rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Na druhé straně ŠVP ZV je vytvářen jednotlivými školami a měl by také být volně přístupný veřejnosti a to především rodičům žáků navštěvujícím danou školu. Některé školy mají tento dokument na svých webových stránkách, jiné ho mají k dispozici k nahlédnutí v budově školy.

V obsahu těchto dokumentů je možné najít překryvy mezi jednotlivými předměty, které podporují pochopení a uplatnění získaných poznatků. Dobrým příkladem může být překryv mezi povětšinou abstraktní matematikou a popisným přírodopisem. Nicméně většinou nejsou tyto překryvy přímo definovány. Můžeme o nich číst jako o schopnosti uplatnit dané vědomosti při řešení úkolů nebo v praktickém životě.

Nyní se blíže podíváme, jak jsou v těchto dokumentech specifikovány předměty přírodopis a matematika.

V RVP ZV je přírodopis zahrnut do vzdělávací oblasti Člověk a příroda společně s předměty fyzika, chemie a zeměpis. Podle RVP ZV:

- příroda by měla být představena jako ucelený systém, aby žáci byli schopni pochopit dopady lidské činnosti na přírodní rovnováhu,
- vzdělávací oblast by měla podporovat budování osobnosti a sebevědomí žáka, rozvíjet jeho otevřenost, kritičnost myšlení a logické uvažování,
- výuka by měla mít badatelský charakter, což znamená, že žáci by měli pozorovat, měřit, zapisovat a kriticky zpracovávat a hodnotit výsledky,
- žáci by se měli učit jak hledat odpovědi na otázky proč a jak, vyslovovat domněnky a ty potom umět potvrzovat nebo vyvracet,
- žáci by měli být schopni si uvědomit příčinu a průběh přírodních procesů a jejich dopad na lidské zdraví, životní prostředí a majetek,
- výuková oblast by měla vést k zefektivnění využívání zdrojů energie s preferencí na využití obnovitelných zdrojů energie jako je vítr voda a biomasa (RVP 2017)

Matematika v RVP ZV tvoří samostatnou vzdělávací oblast „Matematika a její aplikace“ a je rozdělena na čtyři tematické okruhy: 1. Číslo a proměnná, 2. Závislosti, Vztahy a práce s daty.



3. Geometrie v rovině a v prostoru. 4. Nadstandartní aplikační úlohy a problémy. Podle doporučení RVP ZV by žáci měli:

- být vedeni k praktickému využívání poznatků v činnostech jako je orientace, odhady, měření a porovnávání. Tyto poznatky by jim měly pomáhat rozvíjet paměť a logické myšlení díky numerickým výpočtům, vzorcům a algoritmům,
- rozvíjet nejen logické, ale i kombinatorické, exaktní a abstraktní myšlení,
- budovat svoje vlastní zásoby matematických nástrojů, které by jim umožnily využít získané vědomosti v praxi,
- vytvářet svoje vlastní matematické modely a uvědomit si, že reálný život je složitější než tyto modely,
- naučit rozebírat problémy, plánovat jejich řešení, odhadnout výsledek, zvolit nejefektivnější postup k dosažení výsledku,
- být schopni vyhodnotit správnost svého řešení.

V žácích je nutné rozvíjet důvěru ve vlastní schopnosti, systematickosti, trpělivost, přesnost a vytrvalost a učit je soustavné sebekontroly v průběhu celého řešení úlohy (RVP 2017).

Jak již bylo zmíněno výše, je stále možné pozorovat jisté rozdíly v pojetí kurikula v Evropě a USA. V USA se předměty, které jsou u nás zahrnuty do vzdělávací oblasti Člověk a příroda vyučují jako jeden předmět, a to Přírodní vědy (Science) a tak se k nim také přistupuje. Cíle výuky předmětu science jsou pro celou zemi specifikovány v dokumentu National Science Education Standards – což bych přirovnala k našemu RVP. V tomto dokumentu se cíle výuky tohoto předmětu specifikují v tom smyslu, že student by měl být schopen:

- uvědomit si bohatost a vzrušení, které znalost přírodních věd přináší,
- použít vhodné vědecké procesy a principy v procesu dělání osobních rozhodnutí,
- inteligentně se zapojovat do veřejných diskuzí o otázkách týkajících se vědy a techniky,
- zvýšit svoji ekonomickou produktivitu používáním vědomostí, porozuměním a dovednostmi člověka, který má v oblasti vědy vzdělání (National Science Education Standards 1996).

Předmět matematika, podle Národní rady učitelů matematiky (National Council of Teachers of Mathematics, NCTM) definuje, co by studenti měli vědět (obsahové standardy) a být schopni udělat. Do kategorie vědomostí jsou zařazena témata: Čísla a operace, Algebra, Geometrie, Pravděpodobnost, Měření a Analýza dat. Kategorie dovedností zahrnuje témata: Řešení problémů, Zdůvodňování a důkazy, Komunikace, Propojenost a Prezentace.

Zatímco v kategorii vědomosti jsou podobná témata jako v našem kurikulu. Kategorie dovedností zahrnuje věci, které v našem kurikulu nenajdeme. Jako příklad uveďme témata Komunikace a Propojenost.

Komunikace specifikuje matematickou komunikaci, jako způsob sdílení nápadů a ujasňování jejich porozumění. Když jsou žáci vyzýváni ke konzultování výsledků svého myšlení s ostatními, učí se formulovat svoje myšlenky, a to srozumitelně a přesvědčivě a také procvičují svůj matematický jazyk. Vysvětlení by mělo zahrnovat matematické argumenty, nejen postup a závěr. Na druhé straně poslouchání vysvětlení jiných, dává žákům příležitost rozvíjet jejich vlastní schopnosti porozumět. Diskuze, ve kterých jsou matematické nápady prozkoumávány z různých pohledů, pomáhají žákům zbystřovat jejich myšlení a vytvářet spojitosti.

Propojenost (spojitost) vysvětluje, že matematika není sbírka rozdílných dovedností, ale jedno spojitě pole studia. Když studenti propojí své matematické nápady, jejich porozumění je hlubší a trvalejší. Žáci mohou vidět jako jeden celek nejen matematiku, ale i soulad matematiky s jinými předměty a jejich vlastními zájmy a zkušenostmi (National Council of Teachers of Mathematics 2000).

V některých evropských zemích se přírodovědné předměty také sdružují do jednoho celku - science, tak jako v USA, nicméně v USA je stále kladen daleko větší důraz na propojenost předmětů a především na jejich využití v praktickém životě. Toto je přímo zakotveno ve vyučovaných dovednostech, jak je vidět z výše uvedeného.

### 3. Mezipředmětové vztahy

Jak bylo naznačeno v předchozí kapitole, propojenost – neboli integrace mezi předměty je v poslední době jedním z nedůležitějších prvků moderních vzdělávacích systémů. Pro tuto propojenost mezi předměty a disciplínami se v současné době používá různá terminologie. Hovoří se tak o mezipředmětových vztazích, mezidisciplinárních vztazích či transversálních vztazích (Nocar et al. 2019) avšak ne vždy se jejich definice úplně překrývají.

Základní vymezení mezipředmětových vztahů definuje Průcha (1995) jako „*vztahy mezi jednotlivými výukovými předměty*“. Podle Rakoušové (2008) se dají vztahy mezi jednotlivými předměty popsat jako „*souvislosti, vztahy mezi jevy, pojmy, ději, situacemi a jejich promítnutí do soustavy učebních předmětů*“. Je to stupeň integrace, ve kterém se stále zachovávají cíle jednotlivých předmětů. Realizací mezipředmětových vztahů by se mělo pomoci pochopení přírodní a společenské skutečnosti jako celku a rozvoji logického myšlení (Rakoušová, 2008)

Pojmy „mezidisciplinární vztahy“ nebo také „interdisciplinární vztahy“ jsou chápány spíše jako vztahy mezi dvěma nebo více vědními disciplínami a jejich interakce probíhá na úrovni vyměňování myšlenek a propojování systémů, metod nebo terminologie (Maříková et al. 1996 in Nocar et al. 2019). Nicméně tento pojem často nacházíme jako synonymum pro mezipředmětové vztahy, i když v českém jazyce je rozdíl mezi předmětem – jako předmětem učeným ve škole a disciplínou – ve smyslu vědní disciplíny. Důvodem pro tuto nesrovnalost je pravděpodobně vliv anglického jazyka a tendence přejímat z něj pojmy a přenášet je do našeho mateřského jazyka (Nocar et al. 2019) nebo fakt, že pojem mezipředmětové vztahy nevystihuje hloubku a komplexnost daného termínu (Hudecová 2005)

Transverzální vztahy – podle slovníku cizích slov transverzální znamená vedený napříč (Klimeš 1995). Co se týče vzdělávání, jsou to témata, která poukazují na současné světové problémy. V roce 2012 Education Research Institutes Network (Lou and Care 2016), zavedl definici pro tyto dovednosti a použil termín „transverzální dovednosti“. Transverzální dovednosti zahrnují dovednosti, hodnoty a postoje, které jsou požadovány pro celistvý vývoj žáků (obr. 1) a jsou rozhodující pro to, aby se žáci stali schopnými reagovat na změny.



Obr. 1 Vymezení transverzálních kompetencí dle UNESCO. Obrázek ukazuje, rozdělení transverzálních dovedností do šesti kategorií a to: Global citizenship (občanství v celosvětovém měřítku), Critical and enviromental thinking (schopnost přemýšlet kriticky a environmentální výchova, př. kreativita, ale i podnikání a dělání závěrů na základě rozumového uvážení), Interpersonal skills (schopnost jednat s druhými lidmi, př. organizační schopnosti) Intrapersonal skills (př. sebedisciplína, sebeuvědomění), Media and innovation literacy (schopnost vyhodnotit informace z medií) a Other (sem je zařazeno např. respektování náboženských hodnot nebo zdravý životní styl). Pokud toto rozdělení porovnáme s průřezovými tématy uvedenými v RVP ZV (viz níže), vidíme, že jsou si velice podobná (převzato z <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000368479.locale=en>, 25. 10. 2019)

Transverzální témata jsou obvykle zahrnuta do učebních lekcí jako součást předmětu nebo jsou prezentována jako samostatný předmět, projekt nebo kurz (Nocar et al. 2019) V RVP ZV jsou transverzální témata definována jako témata průřezová a jsou povinnou částí vzdělávání. Jak už bylo zmíněno, týkají se aktuálních problémů v současném světě a jsou velice důležitá pro rozvoj osobnosti žáka, jeho osobních postojů a hodnot. Jejich obsah byl rozdělen do tematických okruhů a každý okruh obsahuje určitou nabídku témat. Zpracování a výběr témat již zaleží na dané škole (RVP 2017).

Pro základní vzdělávání byla vymezena tato průřezová témata:

- *„Osobnostní a sociální výchova*
- *Výchova demokratického občana*
- *Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech*
- *Multikulturní výchova*
- *Environmentální výchova*
- *Mediální výchova“*

(RVP 2017)

Vzhledem k tomu, že zatím nebylo dosaženo rozhodnutí, o přesném použití těchto pojmů v českém jazyce, bude v této práci používán pojem mezipředmětové vztahy, jak pro mezipředmětové, tak pro vztahy mezi vědními disciplínami.

I když je téma mezipředmětových vztahů v současné době velice diskutované, není to téma nové. Myšlenka propojování poznatků z různých předmětů se v české pedagogice objevuje už v 50 letech minulého století, v práci pedagoga Otakara Chlupa. Vyjadřuje se v tom smyslu, že bez spojitosti poznatků není myslitelné skutečné vzdělání (Chlup, 1962 in Rakoušová, 2008). Podobný pohled na to, kdo je vzdělaný člověk má i Skalková (1999): *“za vzdělaného nepokládáme toho, kdo si osvojil pamětně sumy encyklopedických poznatků. Předpokládáme, že spolu s osvojením systému určitých vědomostí a dovedností chápe vzdělaný člověk vztahy mezi poznatky, získal dovednosti používat svých vědomostí při řešení nových úkolů, dovednosti dalšího sebevzdělávání. Vzdělání zahrnuje i osvojení hodnot estetických a morálních, vytváření určitého postoje ke světu, společnosti i sobě samému“*. V Rámcovém vzdělávacím programu (RVP 2017) jsou tyto myšlenky hned v úvodu a to ve smyslu, že klíčové kompetence lze získat pouze, spojí-li se znalosti ze všech předmětů a vzdělávací proces se bude brát jako celek.

### **3.1. Mezipředmětové vztahy - matematika a přírodopis**

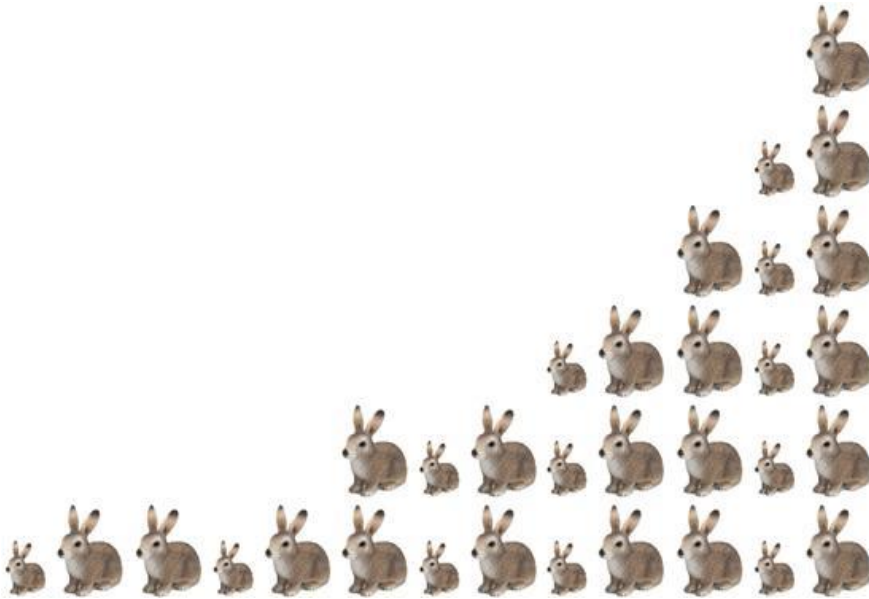
Z výše uvedeného se dá usuzovat že, mezipředmětové vztahy jsou velice důležité pro to, čemu říkáme vzdělání. Dobrým příkladem může být vztah matematiky a přírodopisu. Důležitost vztahu těchto dvou předmětů podtrhují dva hlavní důvody. Prvním z nich je, že v přírodě je zřejmá

harmonie. Jádrem této harmonie je v mnoha případech jediné číslo. Jak popisuje Livio (2002), toto číslo je často označované jako „zlaté číslo“, „zlatý poloměr“, a také „zlatý řez“. Kolem roku 300 př. n. l., první definici tohoto čísla podal, alexandrijský matematik Eukleides. Avšak v té době se ještě neoznačovalo jako „zlaté“. Eukleides tento fenomén popsal následovně: „Úsečka se rozdělí v krajním a středním poměru tehdy, když se celá má k delšímu dílu jako delší díl ke kratšímu.“ To znamená: pokud si představíme úsečku AB a na ní bod C (viz obr. 2), potom poměr délky AC k délce CB je stejný, jako poměr AB k AC (Livio 2002)



Obr. 2 Rozdělení úsečky v poměru, který se rovná zlatému řezu (převzato z <https://fotograficky.guru/zlaty-rez.html>, 25. 10. 2019)

Tento poměr je roven iracionálnímu číslu (tzn. číslu, které nejde vyjádřit zlomkem) a to číslu 1,618033.... V angličtině byl poprvé tento pojem zmíněn v devátém vydání *Encyklopedie Britannica* a to v článku *Jamese Sullyho o estetice* (Livio 2002). Smysl a význam tohoto poměru spočívá v tom, že ho můžeme najít v nejrůznějších přírodních jevech. Příkladem může být hvězda, kterou vytváří jadřinec jablka. Jadřinec má tvar pěticípé hvězdy (pentagramu) a pro každý z jeho pěti rovnoramenných trojúhelníků platí, že poměr jeho delší strany ke kratší (tj. podstava trojúhelníka) je roven zlatému poměru 1,61833.... Příroda není jediná, kde se toto číslo objevuje. Můžeme ho najít i v umění a to na obraze Salvatora Dalího *Poslední večeře* z roku 1955 a na mnoha dalších místech. Se zlatým řezem také úzce souvisí jméno italského matematika Leonarda Pisánského, známého také pod jménem Leonardo Fibonacci. Ve své knize *Liber Abaci* (Kniha počtů) uvedl příklad týkající se množení králíků: „Jeden muž umístil pár králíků do prostoru oběhnaného ze všech stran zdí. Kolik králíků vznikne z tohoto páru, předpokládáme-li, že každý pár zplodí každý měsíc nový pár, který začne plodit potomky druhý měsíc od narození?“ (Fibonacci in Livio 2002)



Obr. 3 „Králičí posloupnost“ velký králik představuje plodný pár. Malý králik představuje nový pár, který začne plodit potomky druhý měsíc od narození. Posloupnost takto vzniklých čísel (počtu králiků) odpovídá Fibonaciho posloupnosti (převzato z <http://fyzika.jreichl.com/>, 25. 10. 2019)

Pokud tento příklad znázorníme graficky (obr. 3), vidíme, že výsledkem je posloupnost čísel 1,1,2,3,5,8..... (počítáme vždy jen dospělé králiky – což je pár schopný se množit). Otázkou je, jaká je souvislost mezi králiky a již zmiňovaným zlatým řezem. Je to právě poměr dvou za sebou jdoucích čísel v „králičí“ posloupnosti. Když se podíváme na výčet na obr. 4, můžeme vidět, že poměr se postupně blíží právě zlatému řezu.

$$1/1 = 1,000\ 000$$

$$2/1 = 2,000\ 000$$

$$3/2 = 1,5000\ 000$$

$$5/3 = 1,666\ 666$$

$$8/5 = 1,600\ 000$$

$$13/8 = 1,625\ 000$$

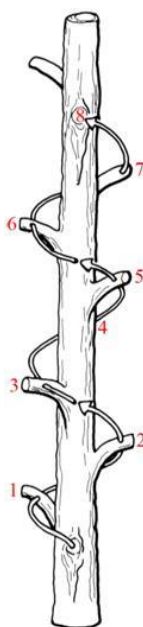
$$21/13 = 1,615\ 385$$

$$34/21 = 1,619\ 048$$

$$55/34 = 1,617\ 647$$

Obr. 4 Výčet Fibonaciho čísel a jejich poměrů. Na čísla se můžeme dívat jako na počty dospělých králiků v „králičí“ posloupnosti. S rostoucím počtem králičích párů se poměr čísel Fibonaciho posloupnosti stále více blíží „zlatému řezu“(vlastní výpočet).

Naskýtá se otázka - mají tato čísla něco společného s přírodou?. Právě tato čísla můžeme najít v popise jevu zvaného fylotaxe (název pochází z řeckého taxis -upořádání). Fylotaxe je název pro jev, který popisuje uspořádání listů na lodyze a lze ho vyjádřit listovým diagramem. Listový diagram je zlomek, v jehož čitateli najdeme počet ukončených otáček, který je potřeba k tomu, aby se jeden list dostal do stejné pozice, z jaké na začátku vyšel a ve jmenovateli je číslo, které udává, kolik listů je mezi těmito dvěma listy viz obr. 5. Tato čísla nejsou vždy stejná – u ostružiny a buku je to  $1/3$ , u meruňky je to  $2/5$  a u hrušně  $3/8$ , nicméně jsou to vždy Fibonacciho čísla. První, kdo tento vztah objevil, byl astronom Johannes Kepler (Kepler in Livio 2002)

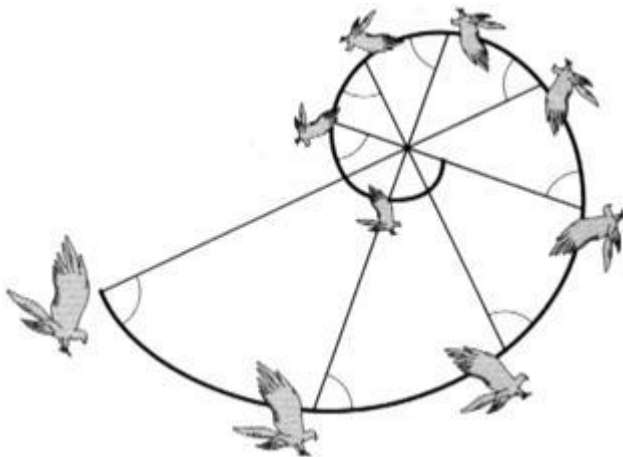


Obr. 5 Listový diagram (převzato z <http://fyzika.jreichl.com/>, 17. 10. 2019)

Dalším zajímavým jevem souvisejícím se zlatým řezem, je logaritmická spirála. Je spojována se jménem Jacquese Bernoulliho, který její krásu popsal v díle *Spira Mirabilis – Zázračná spirála*. Její „zázračnost“ tkví v tom, že s její velikostí se nemění její tvar. Což jinými slovy znamená, že s každým přírůstem délky, přichází i poměrné zvýšení poloměru. Příkladem je schránka měkkýše loděnky hlubinné – její schránka roste úměrně s jejím tělem. Nikdy jí není ani malá, ani velká. Podobný fenomén můžeme najít u beranů a to u růstu jejich rohů, anebo v ptačí říši, kde „zázračnou spirálu“ opisují sokoli při svých střemhlavých letech za kořistí (Livio 2002). Tomuto jevu se v roce 2000 věnovali Tucker et al. – při střemhlavých letech za kořistí, kdy při letu z velké dálky a při velké rychlosti, u sokola vzniká konflikt mezi viděním a aerodynamikou. Při naklonění hlavy o  $40^\circ$  má perfektní zrakový vjem své potenciální objekty, ale naruší se mu jeho perfektní aerodynamika a



to ho zpomalí. Sokol to vyřešil tak, že hlavu drží rovně, ale svým letem kopíruje logaritmickou křivku, čímž získá perfektní zrakový kontakt a zároveň neztratí rychlost, viz obr. 6.



Obr. 6 Sokol v letu opisující logaritmickou spirálu (převzato z <http://fyzika.jreichl.com/>, 17. 10. 2019)

Logaritmická spirála má zase úzkou souvislost se zlatým řezem. Při její konstrukci se používá do sebe vložených zlatých obdélníků (zlatý obdélník = obdélník, u kterého je poměr jeho délky k jeho šířce roven zlatému řezu).

Druhým důvodem je, že bez matematiky se nedá dělat vědecký výzkum. Už Galileo napsal, že kniha přírody je napsána jazykem matematiky, jeho kvantitativní přístup porozumění světu přírody pravděpodobně označuje začátek moderní vědy. Je nezbytné si uvědomit, že matematické symboly stojí za proměnnými, které můžeme měřit ať již v laboratoři nebo přímo v terénu (William Bialek et al. 2004). Ve dvacátém prvním století proběhlo mnoho reforem na poli výuky matematiky (zavádění nových metod do výuky, nové přístupy a snahy o to aby žáci byli schopni uplatňovat svoje matematické znalosti i v praktickém životě, žáci se seznamují s použitím různých programů, jako Matlab nebo Maple), ale tyto byly cíleny na výuku matematiky jako takové. Možná přišel čas tuto situaci změnit a jenom nedoufat, že si studenti sami vybaví svoje vědomosti, když je budou potřebovat na hodinách biologie. Učitelé přírodopisu by určitě neměli učit základy matematiky, ale

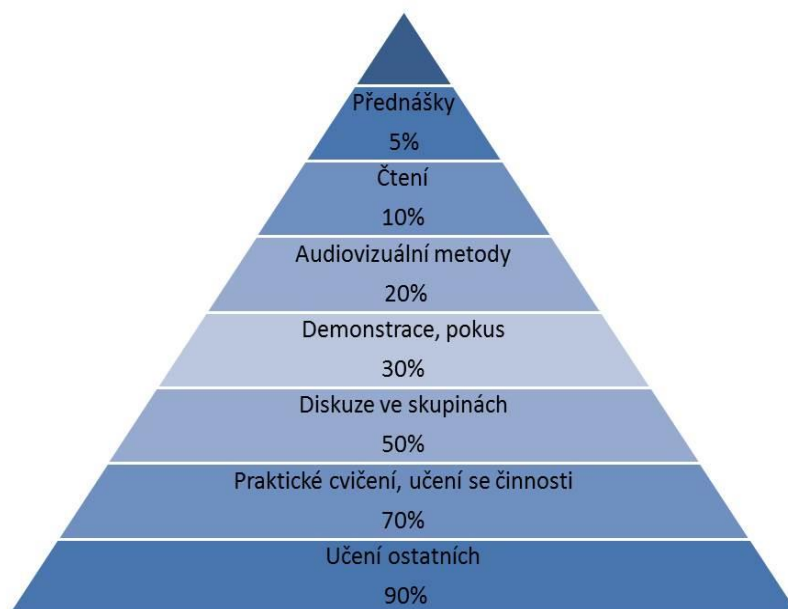
měli by pomoci žákům upevnit jejich již nabyté znalosti a ukázat jim propojenost obou předmětů (Hoy 2004).

Některé z dnešních učebnic přírodopisu (jmenovitě učebnice nakladatelství Fraus, u ostatních nakladatelství je počet příkladů zanedbatelný nebo nejsou žádné) už v sobě mají zakomponované některé matematické příklady nebo možná lépe řečeno - náměty na příklady (př. *Přírodopis 8* (Pelikánová 2016), str. 82: „*Ze své hmotnosti a výšky těla vypočítej BMI*“, str. 75 „*Každých 6- 10 vteřin zemře na následky kouření na Zemi jeden člověk. Kolik je to lidí za den?*“). Nicméně, u tak významných předmětů jako je přírodopis a matematika, by mělo být propojení daleko užší a možná prezentováno zajímavějším způsobem, než je příklad v učebnici. Jak uvádí Hoy (2004) – reformy by měly jít za hranice toho, co se učí. Měly by být spojovány i s novými metodami výuky, jako je aktivní učení a výuka ve skupinách.

## 4. Vyučovací metody

Metoda jako pojem pochází z řeckého „methodos“ znamenající cestu nebo postup. V případě didaktiky je to záměrné uspořádání činnosti učitele a žáků, které vedou ke stanovenému cíli, což je žákovo pochopení a naučení se dané látce popř. dovednosti (Skalková 1999). Vyučovací metody prošly, respektive procházejí dlouhým historickým vývojem. Od metod prostého napodobování (které můžeme sledovat už u primátů, ale také jako nejpřirozenější metodu učení se dětí od rodičů) až po moderní metody výuky, kdy se klade velký důraz na aktivní spoluúčast žáků.

Při výběru vhodné vyučovací metody by mělo být přihlíženo k tomu, jakým způsobem se žáci učí, respektive jaká metoda vede k nejlepšímu zapamatování si učiva. Tuto problematiku nám může přiblížit pyramida učení vztahující se k výukovým metodám, kterou uvádí S. Shapiro (1992)(obr. 7). Na čísla v této pyramidě musíme pohlížet s ohledem na jistou variabilitu, vzhledem k tomu, že učební efekt každé metody záleží na mnoha faktorech. Nicméně, stále můžeme říci, že míra získaných informací je přímo úměrná míře zapojení žáka do procesu výuky (Kalhous a Obst 2009).



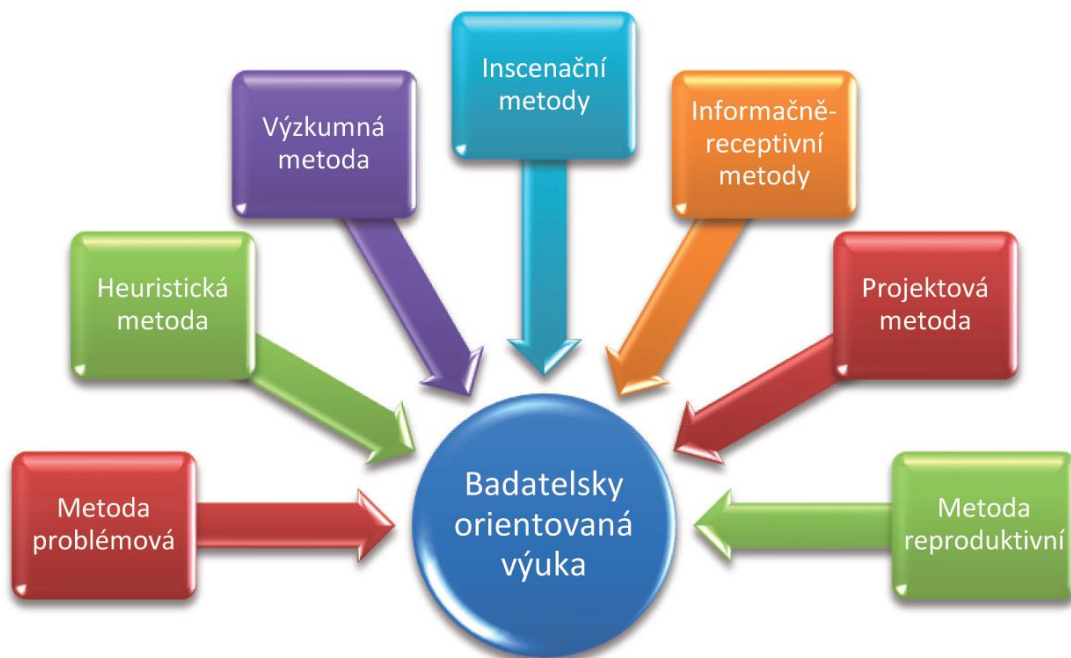
Obr. 7 Pyramida učení (volně upraveno podle Kalhous a Obst 2009)

Vzhledem k poznávacím činnostem žáků, můžeme výukové metody rozdělit na reproduktivní a produktivní. Pro reproduktivní metody je typické, že žák si osvojuje hotové vědomosti a ty potom zase prezentuje při zkoušení nebo opakování. Naproti tomu produktivní metody, se vyznačují tím, že žák je získává samostatně a to jako výsledek své tvořivé činnosti (Kalhous a Obst 2009). K reproduktivním metodám můžeme řadit – výklad, přednáška, vyprávění, vysvětlování, prezentace atd. Jsou to metody, které mají v pyramidě učení nižší procentuální ohodnocení. K produktivním metodám bychom mohli zařadit aktivační a badatelské metody. Právě tyto metody jsou ty, které by se daly zařadit v pyramidě učení na místa s nejvyšším procentuálním ohodnocením, a kterým bych se ráda věnovala níže.

Aktivační nebo aktivizující metody, jak je někteří autoři nazývají, jsou metody, které mění monologickou formu výuky v dynamickou a tím vtahují žáky do problematiky, zvyšují jejich zájem a činí tak vyučování efektivnější (Kotrba a Lacina 2007). Ačkoli aktivační metody jsou moderní a pokrokovou formou výuky, nejsou na poli pedagogiky novinkou. Již Jan Amos Komenský prosazoval metody, které kladly důraz na osobní prožitek a tím expozici více smyslových orgánů. Díky tomuto pak došlo k lepšímu zapamatování dané látky, učiva (Kotrba a Lacina 2007) Kromě lepšího zprostředkování učiva, aktivační metody učí spolupráci s ostatními, pochopení, že práce v týmu je mnohdy nevyhnutelná a proto je také nutné rozvíjet komunikační dovednosti. Toto jsou dovednosti, které často čeští studenti postrádají, což potvrzuje výzkumná studie OECD (Organisation for Economic Cooperation and Development), PISA – Program for International Student Assessment 2003 nebo ve výzkumné studii OECD TIMSS – Trends in International Mathematics and Science Studies 2003 (*Ekonom* 8/2005) Obě studie uvádějí, že čeští studenti mají nedostatečné schopnosti převádět svoje poznatky do praxe, a že charakter jejich znalostí je spíše encyklopedický. Tento fakt je kladen na vrub vesměs statickému stylu výuky. Naši studenti mají dostatek teoretických znalostí, ale nedokáží je využít. Studenti a žáci nejsou schopni se na patřičné úrovni představit a už vůbec ne prezentovat svůj problém nebo obhájit svůj názor (Kotrba a Lacina 2007)

Do výuky aktivační můžeme zahrnout i badatelsky orientovanou výuku (Spronken-Smith 2007). Je to způsob výuky, který je postaven na tom, že žák sám poznává skutečnosti, analyzuje problémy, hledá jejich řešení, vytváří hypotézy a tyto potom potvrzuje nebo vyvrací. M. Artigueová a M. Blomhoj (2013) tento styl výuky vidí, jako způsob výuky, při němž jsou žáci

vedeni tak, aby pracovali obdobným způsobem jako vědci. V rámci badatelské výuky se nedá jednoznačně klasifikovat jedna metoda výuky, jsou využívány různé metody a to především metody problémového charakteru viz obr. 8 (Dostál 2015)



Obr. 8 Znárodnění metodické různorodosti v rámci badatelsky orientované výuky (převzato z Dostál 2015)

**Metoda problémová** – patří někde mezi skupiny metod produktivních a reproduktivních. Žákům je vytýčen problém a ti potom tento problém musí za pomoci učitele a své aktivity vyřešit (Kalhous a Obst 2009).

**Heuristická metoda** – patří mezi metody produktivní, tudíž vědomosti se osvojují pomocí tvořivé činnosti. Učitel vytváří úlohy na základě již probraného učiva tak, aby pro žáky vznikl nějaký rozpor, problém. Řešením problémů (formulováním podproblémů) se u žáků postupně formují algoritmy, které jsou pro ně použitelné i u řešení problémů jiných (Kalhous a Obst 2009)

**Výzkumná metoda** – patří mezi metody produktivní. U této metody řeší žáci úkol (problém) a to nejen za pomoci svých znalostí a dovedností, ale i za pomoci již získaných algoritmů pro řešení úloh. Při řešení úloh touto metodou se prohlubují i schopnosti vzájemné komunikace (Kalhous a Obst 2009).

**Inscenační metody** (metody hraní rolí) – podstata této metody spočívá v hraní rolí, tzn. v simulaci určité situace. Pomocí své role si žáci uvědomují a utváří svoje postoje a myšlenky (Kalhous a Obst 2009)

**Informačně - receptivní metody** - patří mezi reproduktivní metody, kdy jsou předávány informace už hotové. Patří sem výklad, vysvětlování, popis (Kalhous a Obst 2009).

**Projektová metoda** – spočívá v samostatném plnění úkolů, které byly žákům zadány. Žáci mohou sami vybrat čas, místo a způsob plnění daného úkolu nebo úkolů (př. projekt na téma: jak by měla vypadat naše školní knihovna)(Petty 2009)

**Metoda reproduktivní** – jde v podstatě o opakování již získaných vědomostí, učitel vytváří systém úloh, ve kterých žák uplatňuje již získané vědomosti (příkladem mohou být opakovací cvičení z učebnice matematiky) (Kalhous a Obst 2009).

Jak již bylo zmíněno výše, české školy jsou kritizovány za to, že žáci mají příliš encyklopedické znalosti. Tento fakt je způsoben akceptační nebo také tradiční, receptivní formou předávání poznatků (Dostál 2015). Kromě mezinárodních výzkumů na tento fakt poukázal již v roce 1973 A. M. Maťuškin, který řekl, že některé děti, které nastoupí do školy, jsou postupně odnaučeny myslet sami za sebe. Děje se to tím, že jsou jim nabízeny odpovědi, dřív než stačí samy o problému uvažovat. Takto vychovaní žáci se potom snaží vyhybat jakékoli rozumové zátěži a přenáší ji na své spolužáky nebo učitele. Právě k předcházení tohoto faktu, je dobré, aby se žáci setkávali s novými problémy a ty potom zkoumali a řešili (Lerner 1986)

Dalším důvodem pro zavádění badatelské výuky je, že tento styl výuky přináší do procesu výuky emoce. Fernandes (2004) uvádí, že je nezbytné, aby celý proces učení měl určitou dávku pozitivního a dynamického podnětí. Každý člověk se lépe učí, když má z učení radost.

Badatelskou výuku je vhodné zařadit, když se chceme soustředit na mezipředmětové vztahy (Dostál 2015) F. Kuřina (1976) uvádí, že matematické pojmy se dají vytvářet na základě studia vhodných úloh a situací. Tyto se dají vytvářet na základě reálných situací, tzn. nematematických nebo situací matematicky formulovaných. Smyslem badatelské výuky není dostat do hlav žáků maximální množství vědomostí, ale učí je jak myslet, odhadovat a řešit problémy, pomáhá jim vytvářet si správné úsudky a to nejen co se týče vědomostí, ale i na poli dovedností a postojů (Dostál 2015).

Jako součást badatelské výuky, respektive jako inovaci metody reproduktivní by se dala označit metoda asertivních otázek. Je to metoda, která se tak, jako metoda reproduktivní, používá k opakování probraného učiva, ale i na představení nového problému. Je tvořena dynamickou směsí složenou z činnosti žáka a asertivních otázek učitele. Na začátku je zadán úkol, na který žáci hledají odpověď. Jakmile většina žáků odpovědi má, učitel se postupně na tyto odpovědi ptá a rozvíjí diskuzi se žáky (př. “*Souhlasíš s danou odpovědí? Postupoval bys stejně? Jak si na danou odpověď přišel?*“ ...) Účelem je zapojit do diskuze co nejvíc žáků a přimět je o daném problému opravdu přemýšlet. Na závěr je žákům sdělena správná odpověď a jsou pochváleni za svoje úsilí (Petty 2009). Na představení nového tématu se vedle této metody dá použít metoda brainstormingu. Na rozdíl od předešlé metody, při brainstormingu se jedná především o množství nápadů, jak řešit ten daný problém, ne o to jak kvalitní jsou. Nápady není dovoleno kritizovat, ale je maximálně žádoucí je rozvíjet (Petty 2009)

Vedle metody je také důležitá organizace vyučování. Využití aktivačních metod a badatelské výuky s sebou nevyhnutelně přináší změnu organizace výuky. Práce se více přesouvá do skupin, kde jsou žáci aktivnější, učí se lepší sebekontrolou, vzájemně si pomáhají a zlepšují svoje komunikační schopnosti. Je to také příležitost vzájemně se lépe poznat, což posiluje důvěru mezi žáky a navozuje lepší pocit pohody v žákovském kolektivu (Petty 2009)

## **5. Ukázka možnosti propojení matematiky a přírodopisu za použití aktivizačních metod**

V praktické části je popsáno několik příkladů použití aktivačních metod při výuce přírodopisu s maximálním využitím mezipředmětových vztahů s matematikou. Příklady se snaží přinést matematiku a logické myšlení do hodin přírodopisu a zároveň udělat výuku pro žáky zajímavější a lépe zapamatovatelnou. Vnášení matematických příkladů by mělo udělat přírodopis zajímavější pro žáky, kteří tento předmět moc rádi nemají a naopak preferují matematiku.

### **5.1. Mravenčí rekordmani**

#### **Doporučený ročník**

6 ročník

#### **Charakteristika**

Daná aktivita má sloužit, jako zpestření a osvěžení učiva přírodopisu - téma hmyz a to formou zajímavého matematických příkladů.

#### **Vzdělávací okruh v RVP**

##### **Přírodopis**

- systém živočichů – hmyz s proměnou dokonalou (6. ročník)
- poznávání složitosti a mnohotvárnosti přírody

##### **Matematika**

- počítání s desetinnými čísly – násobení, dělení
- převody jednotek
- slovní úlohy
- logické úvahy



## Formy a metody výuky

Brainstorming, řízený rozhovor formou asertivních otázek, skupinová práce s prvky badatelské výuky

## Časová dotace

- 20 min

## Pomůcky

Papír a tužka

## Postup

Matematické příklady je vhodné zařadit na začátek vyučovací jednotky, ve které chceme představit mravence.

Žákům neřekneme, že příklad se týká právě mravenců – můžeme jim povědět příběh, ve kterém jim sdělíme, že jsme čistě náhodou narazily na set zajímavých čísel a zajímalo by vás, jestli se jim podaří určit, kterého druhu hmyzu se tyto čísla týkají. Příklady by měli žáci počítat samostatně a potom výsledky porovnat např. ve čtveřicích (dvě lavice za sebou se otočí k sobě)

## Příklady

**1.** Náš rekordman dokáže zavřít čelisti rychlostí 137 km/h. Jeho čelisti jsou tak silné, že když se při jejich zavírání náš živočich opře o tvrdý povrch, vymrští ho jejich sevření do výšky až 8,3 cm (Patek et al. 2006). Kdyby naši rekordmani byli velcí jako lidé (počítáme 170 cm), skočili by 13,4 m vysoko. Zjistěte, jak velcí jsou naši rekordmani.

**2.** Náš rekordman dokáže velice rychle běžet, a to až rychlostí 0,855 m/s což je 855 mm/s, čímž překoná svoji délku těla 108 krát za sekundu. Jak velký je náš rekordman? (výsledek uveďte v cm).(Pfeffer et al, 2019). Pokuste se srovnat našeho zvířecího rekordmana s nejrychlejším běžcem na světě – Usainem Boltem, Jeho výška je 1,95 m.

**3.** Kromě toho, že je náš rekordman rychlý, je i silný. Dokáže bez problémů nést břemeno, které je 40 krát těžší než on sám. Jaká je hmotnost našeho rekordmana, když břemeno (včela), které nesl, vážilo 200 miligramů?

(převzato a upraveno z <https://www.novinky.cz/koktejl/clanek/co-unese-mravenec-unikatni-fotky-dokazuji-jeho-silu-40040346>, 25. 10. 2019)

Po ukončení počítání a porovnání výsledků vyzveme žáky, aby zkusili odhadnout, o jakého živočicha se jedná. Můžeme jim pomoci sumarizací výsledků získaných jejich výpočty, tzn. je velice rychlý při lovu, má vypracovanou strategii pro útěk – skáče daleko a vysoko, rychle běhá, a ačkoli je docela malý, má velkou sílu. Můžeme ještě zdůraznit, že se jedná o různé zástupce jedné čeledi. Dále bychom mohli pokračovat formou asertivních otázek:

Kterého živočicha můžete potkat skoro všude?

Setkání, se kterým živočichem může být často bolestivé?

Který živočich hraje významnou roli ve společenstvu lesa a je u nás chráněným druhem?

Postupně se dopracujeme k závěru, že se jedná o mravence. Jako zajímavost můžeme žákům říct podrobnosti o druzích mravenců, se kterými se měli možnost setkat v početných příkladech. Například, proč mravenec z prvního příkladu potřebuje tak rychlé čelisti (důvodem je, že mimo jiné loví termity a tyto musí omráčit dřív, než použijí svoji chemickou ochranu), proč musí mravenec ve druhém příkladu tak rychle běhat (žije v poušti a doba strávená na sluncem rozžhaveném písku je klíčová pro přežití) a to, že mravenci jsou obecně všichni tak silní, ba dokonce silnější, než mravenec v našem příkladu – mravenci jsou známí tím, že nosí svou potravu do mraveniště a tato je často velkých rozměrů jako např. včela z našeho příkladu.

Na závěr můžeme žáků položit otázku, zda se sami setkali s nějakým hmyzím rekordmanem a zadat domácí úkol na vypracování referátu na dané téma.

## **5.2. Vědci v akci**

### **Doporučený ročník**

7 ročník

### **Charakteristika**

Zdůraznění významu matematiky pro rutinní vědeckou činnost, jako je mapování počtu druhů rostlin (popř. jiných organizmů) na určité ploše.

## **Vzdělávací okruh v RVP**

### **Přírodopis**

- Systém rostlin – poznávání a zařazování daných zástupců běžných druhů krytosemenných rostlin, jejich vývoj a využití hospodářsky významných zástupců (7. ročník)
- Význam rostlin a jejich ochrana (6., 7., 9. ročník)

### **Matematika**

- procenta – procento, promile; procentový základ, procentová část, počet procent (7. ročník)
- aritmetický průměr (6. ročník)
- základní útvary v rovině – lomená čára, přímka, polopřímka, úsečka, čtverec, kružnice, obdélník, trojúhelník, kruh, čtyřúhelník, mnohoúhelník (opakování učiva z 1. stupně)

### **Formy a metody výuky**

Terénní cvičení, skupinová práce s prvky badatelské výuky, brainstorming, řízený rozhovor formou asertivních otázek,

### **Časová dotace**

- 2 hodiny terénní část
- 1 hodina – zpracování dat

### **Pomůcky**

Lano (optimálně 4m dlouhé a tolik kusů kolik je skupin), lepicí páska, sešit na poznámky, psací potřeby, pásmo, klíč k určování rostlin, popř. atlas rostlin

### **Postup**

#### **Terénní část:**

**Teoretická část:** S žáky zopakujeme pojmy jako rozmanitost, ekosystém a důležitost rozmanitosti pro ekosystém. Na zvoleném stanovišti, nejlépe louce, rozdělíme žáky do čtyř- až pětičlenných skupin. Žákům vysvětlíme, že cílem hodiny bude zmapování výskytu rostlinných druhů na určitém území. Výzkumná otázka bude směřovat k míře rozmanitosti na dané lokalitě. Metodami - kladení asertivních otázek nebo brainstormingu (Petty 2009), vedeme žáky k přemýšlení o tom, jakým způsobem danou věc zjistit.

- Při metodě kladení asertivních otázek se zadá úkol, v našem případě je to: „*Jakým způsobem bychom mohli co nejrychleji a nejjednodušeji zmapovat výskyt rostlin na této louce?*“ Po zadání úkolu se žákům dá nějaký čas na přemýšlení a popř. zaznamenání jejich řešení. Jakmile jsou žáci hotovi, ptáme se na jejich postupy. Dbáme na to, aby se nikdo necítil přehlížený nebo jako hlupák. Následné otázky, které mohou padnout, jsou:

Je to efektivní způsob práce?

Nedá se počítání provést jednodušším způsobem?

Souhlasíte všichni s tímto postupem? (Petty 2009)

- U brainstormingu se zaznamenávají nápady a potom se vyhodnotí nejúčinnější způsob (Petty 2009)

Žáci by se měli dopracovat k závěru, že k detailnímu zmapování výskytu rostlin na určitém území a určení míry jejich rozmanitosti je potřeba daný prostor rozdělit na menší části (čtverce o velikosti  $1\text{m}^2$ ) a potom v každém z nich spočítat rostlinné druhy. Počty druhů, které byly získány počítáním v jednotlivých čtvercích, se sečtou a vydělí počtem čtverců. Tímto získáme průměrný počet rostlinných druhů na  $1\text{m}^2$  dané lokality (výpočetní část budou žáci provádět až po návratu do třídy, popř. v další výuce).

**Praktická část:** Každá skupina pomocí lana vyměří čtverec o ploše  $1\text{m}^2$  (čtverce bychom měli volit v různých částech lokality z důvodu získání co nejobjektivnějšího výsledku – tento fakt je také dobré prodiskutovat s žáky v rámci počáteční teoretické přípravy). Podle diverzity dané lokality se rozhodneme, kolik čtverců každé skupině zadáme. V jednotlivých čtvercích potom žáci určují a počítají dané druhy. Získaná data si zaznamenávají do sešitu spolu s popisem polohy svého čtverce (svých čtverců), (informace typu – vlhkost, zastínění, „kopeček“, „prohlubeň“, vliv větru) V rámci počítání můžeme požádat žáky o nasbírání vzorku 5 rostlin (v každé skupině) a ty potom

taxonomicky zařadit a určit rod a druh (určování se dá provádět ještě v terénu za pomoci atlasu rostlin). V případě, že by naše lokalita nebyla moc bohatá, můžeme požádat žáky o určení všech rostlin (získané informace si zase žáci zaznamenají do svých poznámkových sešitů)

Na závěr práce v terénu, když jsme si jisti, že všichni žáci vědí, jak postupovat při zjišťování počtu druhů rostlin, bychom mohli zadat samostatnou domácí práci a to - zjistit stejnou situaci v městském parku, u nich doma na zahradě (v případě, že bydlí v rodinném domě) popř. před domem (pokud bydlí ve městě v bytovém domě). Výběr lokality je možno ponechat na žákovi s tím, že je třeba si místo provedení úkolu zapsat spolu se získanými daty.

**Zpracování dat:** Zpracování dat budeme provádět ve třídě. V první řadě napíšeme získaná data z terénního měření na tabuli a společně si je prohlédneme. Data by určitě neměla být stejná vzhledem k tomu, že skupiny počítali v různých částech lokality – tento fakt je zase dobré s žáky prodiskutovat. Můžeme použít metody problémového výkladu a žákům položit otázku: *“Jak je možné, že všichni počítali na stejné louce a jejich data se přesto liší?”*. Za pomoci svých poznámek by se žáci měli dopracovat k závěru, že dané rozdíly jsou způsobeny rozdílnými podmínkami v rámci dané lokality (př. místo kde je velké zastínění, nízká vlhkost atd.) Jakmile si ujasníme důvody rozdílnosti dat, můžeme přistoupit k počítání aritmetického průměru ze získaných dat (aritmetický průměr by měl být pro žáky 7 roč. opakováním, ale pro jistotu můžeme vzorec napsat na tabuli – sečteme všechny hodnoty, tzn. počty druhů z jednotlivých čtverců a jejich součet vydělíme počtem čtverců), výsledkem bude průměrný počet druhů rostlin na 1m<sup>2</sup> dané lokality.

Na závěr můžeme srovnat výsledky získané společnou prací v terénu s výsledky nebo měřeními žáků, které prováděli za domácí úkol. Důvody proč jsou výsledky rozdílné, by již žáci měli být schopni vysvětlit sami.

#### **Další náměty k rozšíření aktivity:**

Výše navrhované terénní cvičení je zajímavé v lokalitě s velkou diverzitou. Pokud by diverzita lokality nebyla velká, dal by se úkol obměnit na počítání množství druhů rostlin na určité ploše – velikost plochy si můžeme prodiskutovat s žáky (bylo by zajímavé pracovat s 16 m<sup>2</sup>, protože na této ploše byl zaznamenán početní rekord z roku 2018, viz níže). Postup bude obdobný,

ale bude třeba požádat žáky o zařazení všech rostlin v jejich čtverci (postup je zmíněn výše). Porovnáním čtverců a sečtení druhů získáme přibližný počet druhů rostlin na plochu našich čtverců.

Vzhledem k tomu, že nemůžeme očekávat, že průměrné počty druhů rostlin na  $1\text{m}^2$  budou velké (největší hodnota co se týče počtu druhů na trvalých loukách je 119 druhů na  $16\text{m}^2$  to na louce u obce Spas'ka nedaleko Černovic viz obr. 5, (Roleček 2019) přiklání bych se k vypracování obou úkolů.

Obměnit můžeme i počítání a to na procentuální porovnání – o kolik procent je chudší naše lokalita než lokalita s rekordním počtem druhů. Za 100% budeme považovat louku s rekordním počtem druhů.



Obr. č. 9 Obrázek z průzkumu lokality Spas'ka nedaleko Černovic (převzato z Živa 4/2019 str. 175. Foto A. Tokarjuk, 9. 11. 2019)

## **5.3. Projektový den – „Zlaté číslo“**

### **Doporučený ročník**

7. ročník

### **Charakteristika**

Zdůraznění významu matematiky pro harmonii v přírodě. Ukázat propojení matematiky (geometrie) a přírodopisu.

### **Vzdělávací okruh v RVP**

#### **Přírodopis**

- ucelování si již nabytých poznatků ze života hmyzu (6. ročník), rostlinné a živočišné říše (7. ročník)
- vyslovování domněnek o přírodních faktech
- potvrzování nebo vyvracení hypotéz
- praktické metody poznávání přírody

#### **Matematika**

- počítání se zlomky (7. ročník)
- pojem racionální čísla a poměr (7. ročník)
- slovní úlohy
- základní útvary v rovině – lomená čára, přímka, polopřímka, úsečka, čtverec, kružnice, obdélník, trojúhelník, kruh, čtyřúhelník, mnohoúhelník (opakování učiva z 1. stupně)

#### **Formy a metody výuky**

Terénní cvičení, skupinová práce s prvky badatelské výuky, brainstorming, výzkumné metody, řízený rozhovor formou asertivních otázek

#### **Časová dotace**

- 2 hodiny - terénní část

- 1 hodina – výuka navazující na terénní cvičení

## **Pomůcky**

Šišky borovice, ananas, jablko, psací potřeby, poznámkový blok, fixy popř. glitter glue, barevné lepicí pásy, čtverečkový papír formátu A4

## **Postup**

### **Terénní část**

**Teoretická část:** Účelem tohoto terénního cvičení je, aby žáci, pokud možno sami, objevili souvislosti mezi harmonií v přírodě a matematikou, potažmo geometrií. Pro práci v terénu bude použito výzkumné metody – kdy žáci budou mít zadané úkoly a na základě jejich plnění by si měli uvědomit a dojít ke správnému závěru. Na konci cvičení nebo po návratu do školy jim mohou být poskytnuty další upřesňující informace. Před začátkem práce chceme v žácích vzbudit zvědavost. Objevování je motivující a zábavné, přitom je to přirozený způsob učení odpovídající vývoji našeho mozku (Petty 2009). Cvičení může být pojato jako forma badatelské činnosti.

**Praktická část:** Při příchodu na stanoviště (vhodná je pěkná louka, park, les, v případě nepřízně počasí můžeme pracovat v tělocvičně) již máme nachystané instrukce na zalaminovaných kartách nebo na papíře vloženém do prospektového obalu. Žáky rozdělíme do trojic nebo čtveřic – je zde žádoucí týmová spolupráce a komunikace ohledně správného řešení úkolů, nicméně bychom měli žákům zdůraznit, aby si svoje závěry nesdělovali mezi skupinami. Žáci si mohou svoje skupinky/týmy pojmenovat – každý tým je samostatná badatelská/vědecká skupina. Žákům sdělíme, že mají před sebou 7 úkolů a ty by je měly přivést k „vědeckému“ objevu. Úkoly jsou rozmístěny na vymezené ploše a je jedno, v jakém pořadí budou plněny. Po splnění všech úkolů si týmy najdou klidné místo a vyhodnotí svoje výsledky a vyvodí závěry. Celá aktivita končí, když všechny skupiny absolvují všechna stanoviště.

Po ukončení práce požádáme žáky, aby nám sdělily, jestli objevily nějakou souvislost nebo jestli vyvodili nějaký závěr. Pokládáme otázky typu:

Je tady nějaký tým, který něco objevil?



Zjistili jste ještě nějakou další zajímavost?

Souhlasí s tímto objevem všechny skupiny?

Co vás v tomto mínění utvrdilo?

Kde jinde v přírodě byste se s tímto jevem mohli setkat?

Vyskytuje se tento jev i jinde než v přírodě?

Pokud se žákům podařilo najít souvislost – což je vlastně fakt, že všechny úkoly byly propojeny stejnými čísly, pomůžeme jim tyto souvislosti pojmenovat. Vysvětlíme, že daná čísla jsou součástí posloupnosti (řady čísel), která vzniká tak, že číslo následující je součtem dvou čísel předešlých př. část řady je 3, 5, bude následovat 8 ( $3 + 5 = 8$ ) a tak dále. Pokračovat můžeme pojmenováním těchto čísel (Fibonacciho čísla) a poukázat na fakt, že podíl dvou po sobě jdoucích čísel se pohybuje kolem čísla 1,62 (toto číslo mohli žáci získat z příkladu se zlomky). Tento poměr se nazývá „zlatý poměr“ nebo „zlatý řez“.

Již z úkolů, které žáci vypracovávali, jim byla nastíněna spojitost s přírodou. Je dobré s nimi projít jejich poznámky a poukázat na další příklady – u ananasu jsou nejen šestiúhelníky na jeho kůře uspořádány do spirál, ale i jeho listy – tyto svírají úhel 137,5 stupně, což je „zlatý úhel“. Můžeme také poukázat na fylotaxi a spirálu, kterou opisují sokoli při svých střemhlavých letech (viz předchozí text). Je možné rozkrojit jablko a ukázat všem známou pěticípou hvězdičku uprostřed – pro niž zase platí, že poměr delší strany trojúhelníku ku kratší straně (tzn. základně) je zase roven zlatému řezu.

Výklad by mohl vést k zadání projektového domácího úkolu: Kde jinde se ještě můžeme setkat se zlatým řezem a Fibonacciho čísly?

Na tento projektový den by bylo vhodné navázat ve výuce – jednak prezentací projektů, které si žáci připravili a shrnutím, že bez matematiky by bylo velice těžké vyjádřit tyhle harmonické vztahy v přírodě a převést je do jiných odvětví lidské činnosti př. architektura, hudba a umění.

Vhodnou tečkou za celým tématem by mohlo být krátké video z produkce Cristóbal Vila s názvem Nature by Numbers (dostupné na <https://www.youtube.com/watch?v=z-FP4hpcJUK>)

### **Úkoly pro jednotlivá stanoviště**

**Úkol č. 1** „Jeden muž umístil pár králíků do prostoru obehnaného ze všech stran zdí. Kolik králíků vznikne z tohoto páru, předpokládáme-li, že každý pár zplodí každý měsíc nový pár, který začne plodit potomky druhý měsíc od narození?“ (Livio 2002). Pro zjednodušení výpočtu, označte pár, který je schopen se množit, jako velkého králíka a ten, který se není ještě schopen množit, jako malého králíka. Ve výpočtu použijte čísla pro páry, ne jednotlivce. Kolik králíků bude ve vymezeném prostoru za 5 měsíců?

**Úkol č. 2** Vypočtěte. Výsledek uveďte ve tvaru zlomku i desetinného čísla.

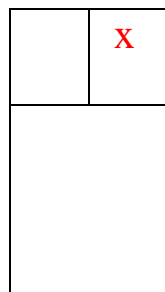
$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1+1}} =$$

$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1+1}}} =$$

$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1+1}}}} =$$

**Úkol č. 3** V trávě jsou připraveny šišky borovice. Jednu šišku si vyberte a pozorně si ji prohlédněte. Když se podíváte na spodní stranu šišky (ta strana, kterou byla šiška uchycena na větvičku), měli byste si všimnout, že dřevnaté šupiny tvoří spirály. Pomocí barevných fixů si spirály označte a spočítejte je. Počet spirál si zaznamenejte a šišku si ponechte u sebe.

**Úkol č. 4** Vytáhněte si každý jeden list čtverečkováného papíru z prospektového obalu. Vaším úkolem je nakreslit spirálu. Začnete tím, že zhruba uprostřed papíru vyznačíte 2 čtverečky vedle sebe. Pod těmito čtverečky vyznačíme čtverec o straně 2 čtverečky, který navazuje na již vyznačené čtverečky - viz obrázek. Další čtverec umístíme vpravo od našeho útvaru a bude mít stranu dlouhou 3 čtverečky, potom na horní straně čtverec o straně 5 čtverečků a tak postupujeme proti směru hodinových ručiček, tak dlouho dokud nám bude stačit papír. Spirálu budete kreslit tak, že začnete z pravého dolního rohu čtverečku, který je označený červeným křížkem na obrázku níže (obr. 10) a povedete tah do levého horního rohu tohoto čtverečku. Z tohoto bodu dolů do levého dolního rohu a potom do pravého dolního rohu čtverce o velikosti 2 x 2. Tímto postupem vykreslíte zbytek spirály vyznačený vašimi čtverci. Jaké jsou velikosti stran čtverců?



Obr. 10 Umístění počátku spirály (vlastní zdroj)

Otázka k zamyšlení: Co vám tato spirála připomíná, viděli jste ji již někdy v přírodě?

**Úkol č. 5** Všichni si pamatujete téma hmyz a konkrétně téma včel z učiva již probraného. Jistě není novinkou, že včelí samečci (trubci) se líhnou z vajíček, která nebyla oplodněná, tzn., že nemají samčího rodiče (otce). Naproti tomu včelí samičky (dělnice nebo matky) se líhnou z vajíček, která oplodněná byla, tzn. včelí samička má otce i matku. Tedy samečci mají pouze jednoho rodiče a to matku a samičky rodiče oba – otce i matku (Livio, 2002). Pokus se o zakreslení včelího rodokmenu a to v délce 8 generací, za pomoci výše uvedených informací. Rodokmen začneme samečkem, ten měl matku, ta měla rodiče – sameček a samička atd.

**Úkol č. 6** V trávě leží ananas a barevné lepicí pásky. Ananas je velice zajímavé ovoce z hlediska matematiky. Pozorně si ho prohlédněte. Při důkladném pozorování si jistě všimnete uspořádání šestiúhelníků na kůře ananasu. Zkuste se zaměřit na tyto pravidelnosti a vyznačit je barevnými lepicími páskami. Vaše nálezy důkladně zaznamenejte – v případě nálezu spirál, nebo podobných řad – spirály spočítejte a jejich směr zaznamenejte do svých záznamových bloků.

### **Pozor!**

Před odchodem ze stanoviště se prosím ujistěte, že jste z ananasu sundaly všechny lepicí pásky.

**Úkol č. 7** Pro tento úkol budete potřebovat čtverečkovaný papír – je k dispozici pod zadáním úkolu v prospektovém obalu.

- Postup:** 1 Sestrojíme čtverec ACDE o straně délky  $a = 13$  čtverečků  
2. Najdeme střed S úsečky AC.

3. Z bodu S opišeme kružnici o poloměru rovném délce úsečky SD.

4. Průsečík této kružnice a polopřímky AC je bod B

Jaká je délka úsečky CB a úsečky AB a co platí o poměrech délek úseček AB ku AC a AC ku CB?

$$\left(\frac{AB}{AC} \text{ a } \frac{AC}{CB}\right)$$

## 5.4. Jak zvažít koně

### Doporučený ročník

8. ročník

### Charakteristika

Zdůraznění významu matematiky a měření pro rutinní práci veterináře a chovatele.

### Vzdělávací okruh v RVP

#### Přírodopis

- Systém živočichů – stavba a funkce těla savce
- Zlepšení orientace v běžném životě (tady život farmáře nebo veterináře), tvorba otevřeného myšlení

#### Matematika

- Výrazy s proměnnou
- Početní výkony s mocninami
- Geometrie – objem válce
- Poznávání závislostí, které jsou možné pozorovat v reálném světě

#### Formy a metody výuky

Skupinová práce s prvky badatelské výuky, brainstorming, řízený rozhovor formou asertivních otázek

## **Časová dotace**

- 20 minut

## **Pomůcky**

Psací potřeby, sešit

## **Postup**

Cvičení je vhodné zařadit na začátek tematického okruhu lichokopytníci. Téma můžeme uvést konstatováním že, máme doma koně (nebo kamarád má koně) a ten má zdravotní problémy. V důsledku jeho problémů je třeba mu upravit krmnou dávku a to tak, aby měl pokud možno přesný příjem potravy, odpovídající jeho hmotnosti. Do budoucna je potřebné nepřetržitě jeho hmotnost monitorovat. Otázka, která se nabízí: Jak zjistíme hmotnost koně? A jak ji budeme moci monitorovat? Formou brainstormingu můžeme zaznamenat návrhy žáků a vyhodnotit ten nejpraktičtější.

Je malá pravděpodobnost, že žáci přijdou s matematickým vzorcem, do kterého se dosadí míry koně. Nicméně pokud, se to žákům podaří, můžeme přejít hned k počítání. Pokud ne, navrhneme jim, aby se na tělo koně podívali, jako na nějaký geometrický útvar:

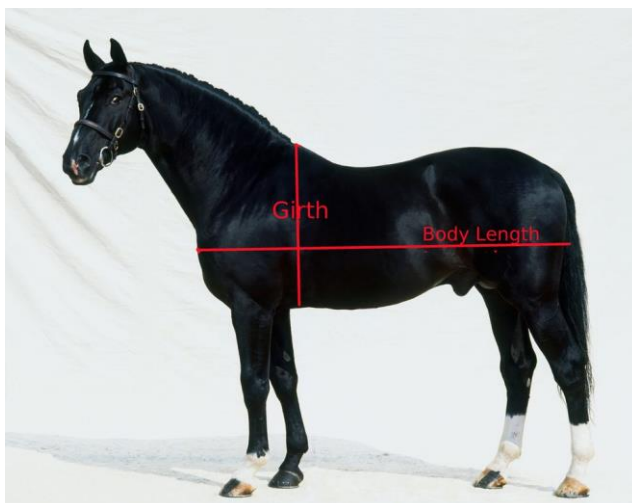
Jaký geometrický útvar vám tělo koně připomíná?

Co potřebujeme vědět, abychom spočítali jeho objem?

Jak tyto veličiny získáme u živého zvířete?

Co použijeme k měření?

Postupně bychom se měli dopracovat k tomu, že je potřeba změřit délku a obvod koně a to za pomoci nějakého pružného měřidla př. pásma. Viz obrázek 11.



Obr. 11 Ukázka měření koně pro výpočet jeho hmotnosti (převzato z <https://www.thesprucepets.com/how-to-measure-a-horses-weight-1886846>, 17. 11. 2019)

Teď když vím, jakým způsobem získat potřebné rozměry, můžeme přejít k výpočtu. Farmáři již po

generace používají vzorec:  $\frac{\text{obvod}^2 \times \text{délka}}{11880} = \text{aktuální váha koně v kg}$

(<https://thehorse.com/119874/estimating-horse-weight-accurately/>)

### Příklady:

1. Kolik váží můj kůň, když jsem naměřila obvod hrudi 190 cm a délku těla 165 cm? Výsledek zaokrouhlete na celé kilogramy.

2. Na prodejní výstavě koní si moje kamarádka vybrala koně, který váží 1,2 t a jeho obvod hrudi je 235 cm. Mám jí půjčit svůj přepravní přívěs pro koně, pokud je jeho délka 180 cm (rozměr prostoru určeného pro přepravu koní)?

Na závěr si žáci porovnají výsledky výpočtů mezi sebou a popřípadě se vysvětlí problémy, které mohly při výpočtech vzniknout.

K prvnímu příkladu by bylo vhodné žákům položit otázky – za jakým dalším účelem je dobré znát váhu zvířete? Potřebovali oni sami někdy vážit svého domácího mazlíčka?

Odpověď na druhý příklad, je doporučení přívěs na přepravu koní kamarádce nepůjčovat, protože kůň je delší než přívěs. Otázka pro žáky: „*Existuje zvíře podobných rozměrů?*“ Tato otázka může být pěkný námět na referát/projekt na příští hodinu.

## Závěr

Hlavním cílem této práce bylo ukázat propojení dvou, na první pohled velice různých předmětů, jako jsou matematika a přírodopis a zároveň ukázat, že jejich výuka může být pro žáky zajímavá. Propojení těchto předmětů je demonstrováno v první části mé práce a zároveň je zde ukázán i nezastupitelný význam matematiky pro žáky, kteří by chtěli zasvětit svůj život biologii. Příroda je harmonický celek, jehož harmonii a symetrii je často možné vyjádřit pomocí matematiky. Tyto poznatky se potom dají přenést do dalších odvětví výzkumu a vědy, které nemusí být s biologií spojeny. Zároveň se žádný čistě biologický výzkum nedá dělat bez použití matematických metod. Data, která jsou ve vědeckých pracích sesbírána, je třeba vyhodnotit a vyvodit z nich závěry a toto bez matematiky nejde.

V druhé části práce jsem se zaměřila na praktickou demonstraci propojení těchto předmětů na konkrétním učivu a příkladech. Příklady byly voleny tak, aby v žácích vzbuzovaly zvědavost a podnítily je k „počítání“ i mimo hodiny matematiky. Je v nich demonstrována, jak výše uvedená symetrie v přírodě, kdy si žáci sami hledají počty spirál a malují schránku měkkýše, tak i využití kvantitativních metod používaných při výzkumu, kdy po terénním cvičení žáci vyhodnocují, jaká je různorodost rostlinstva v určitých lokalitách. Všechny příklady vedou žáky k maximální samostatnosti a podněcují jejich fantazii a představivost. Při jejich realizaci jsou využívány prvky badatelské výuky a další aktivizační metody. Žáci jsou vedeni k tomu, aby o problémech přemýšleli, vytvářeli hypotézy a ty potom sdělovali svým spolužákům, čímž je u nich podněcován smysl pro týmovou práci.

Míra využití aktivizačních metod a propojování předmětů posouvá efektivitu učení žáků z 5% (která zastupují přednášení na pyramidě učení obr. 7), na 50%, kdy žáci spolu diskutují o nejlepším postupu a někdy až na 70 popř. 90%, kdy žáci sami vysvětlí postup řešení příkladu nebo záhady, na kterou samostatně přišli.

## Literatura

- ARTIGUE, Michele a Morten, BLOMHOJ. Conceptualizing inquiry-based education in mathematics. *ZDM Mathematics Education*. 2013, roč. 45, č. 6, s. 797–810.
- BIALEK, William; BOTSTEIN, David. Introductory science and mathematics education for 21st-century biologists. *Science*, 2004, 303.5659: 788-790.
- BLANKERTZ, Herwig. *Theorien und Modelle der Didaktik*. 6. Überarb. Aufl. München: Juventa – Verlag, 1972. 231 s. ISBN 3–7799-0182-X
- DOSTÁL, Jiří. *Badatelsky orientovaná výuka: pojetí, podstata, význam a přínosy*. Univerzita Palackého v Olomouci, 2015. 151 s. ISBN 978-80-244-4393-5
- Ekonom. Týdeník vydavatelství **economia***. Praha. Economia a.s.: 8/2005. ISBN 9771210071005
- FERNANDES, Evaristo. *Učení a jeho problémy: mozek, emoce, mysl a činnost*. [Česko: s. n.], 2004, 280 s. ISBN 80-239-2797-3.
- HOY Ron. Points of view: The Interface of Mathematics and Biology: New Math for Biology is the Old New Math. *Cell Biology Education*, 2004, 3.2: 90 - 92
- HUDECOVÁ, Dana. *Mezipředmětové vztahy - malé zamyšlení nad terminologií*, 2005 [online]. MŠMT. [cit. 10. 10. 2019]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/program-seminare-historie-a-skola-ivwww.msmt.cz>
- KALHOUS, Zdeněk a OBST, Otto. *Školní didaktika*. Vyd. 2. Praha: Portál. 2009. 447 s. ISBN 978-80-7367-571-4
- KLIMEŠ, L. *Slovník cizích slov*. Praha: SPN. 1995.855 s.
- KOTRBA, Tomáš, LACINA, Lubor. *Praktické využití aktivizačních metod ve výuce*. Brno: Společnost pro odbornou literaturu, 2007. 188 s. ISBN 978-80-87029-12-1
- KUŘINA, František. *Problémové vyučování v geometrii*. Praha: SPN, 1976, 205 s.
- LERNER, I. J. *Didaktické zásady metod výuky*. Praha: SPN, 1986, 165 s.
- LIVIO, Mario. *The Golden Ratio. The Story of Phi, the World's Most Astonishing Number*. New York. Broadway Books. 2002. 255 s. ISBN 0767908163
- LUO, Rebekah and CARE, Esther. *Assesment of transversal competencies: policy and practice in the Asia-Pacific*. UNESCO Office Bangkok and Regional Bureau for Education in Asia and the Pacific[797]. 2016. 50 s. ISBN: 978-92-9223-563-5. [cit. 17. 10. 2019]. Dostupné z: <https://unesdoc.unesco.org/ark:/48223/pf0000246590>
- MAŇÁK, Josef. *Aktuální problémy kurikula Topical Problems of Curriculum in Education*. XXV International Colloquium, Brno, May 17, 2007. [cit. 25. 9. 2019] Dostupné z: <http://www.ped.muni.cz/weduresearch/publikace/0014.pdf>
- MAŤUŠKIN, A. M. *Problémové situácie v myslení a vo vyučování*. Bratislava: SPN, 1973. s. 211.



- Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky*, 2017 [online]. MŠMT. [cit. 25. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/43792/>
- National Council of Teachers of mathematics, USA, 2000*[online]. [cit. 7. 10. 2019]. Dostupné z: [https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards\\_and\\_Positions/PSSM\\_ExecutiveSummary.pdf](https://www.nctm.org/uploadedFiles/Standards_and_Positions/PSSM_ExecutiveSummary.pdf)
- National Science Education Standards, USA, 1996*, [online]. [cit. 30. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.nap.edu/read/4962/chapter/3#12> )
- NOCAR, David a kolektiv. *Interdisciplinary relations with mathematics in teaching of natural science realized within the project nature, 2019*. Conference: 13th International Technology, Education and Development Conference. *Valencia: IATED Academy, 2019*. ISBN: 978-84-09-08619-1 / ISSN: 2340-1079. DOI: 10.21125/inted.2019.1492
- PELIKÁNOVÁ, Ivana a kol. *Přírodopis 8*. Plzeň: Nakladatelství Fraus, 2016. s. 128. ISBN 978-80-7489-307-0
- PATEK, S. N., et al. *Multifunctionality and mechanical origins: ballistic jaw propulsion in trap-jaw ants*. *Proceedings of the National Academy of Sciences*, 2006, 103.34: 12787-12792.
- PETTY, Geoffrey. *Teaching today: A practical guide*. Nelson Thornes, 2009. ISBN 978-1-4085-0415-4
- PRŮCHA, Jan, MAREŠ, Jiří, WALTEROVÁ, Eliška. *Pedagogický slovník*. Praha Portál. 1995. 292 s. ISBN 80-7178-029-4
- RAKOUŠOVÁ, Alena. *Integrace obsahu vyučován*. Praha. Grada Publishing, a.s., 2008. 160 s. ISBN 978-80-247-2529-1
- ROLEČEK, Jan. Stepi západní Ukrajiny. *Živa*. 2019/4, 172 – 175. ISSN 0044-4812
- RVP: *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy České republiky*, 2017 [online]. MŠMT. [cit. 25. 9. 2019]. Dostupné z: <https://www.msmt.cz/file/43792/>
- SHAPIRO, Susan. *Výživa a vaše zdraví*. New York: Soros Foundations, 1992.
- SKALKOVÁ, Jarmila. *Obecná didaktika*. Praha. ISV nakladatelství. 1999. 292 s. ISBN 80-85866-33-1
- SPRONKEN-SMITH, Rachel, et al. How effective is inquiry-based learning in linking teaching and research. In: *An International Colloquium on International Policies and Practices for Academic Enquiry*, Marwell, Winchester, UK. 2007. p. 19-21.
- TUCKER, VANCE A., et al. Curved flight paths and sideways vision in peregrine falcons (*Falco peregrinus*). *Journal of Experimental Biology*, 2000, 203.24: 3755-3763.

## **Seznam příloh**

Příloha č. 1 Mravenčí rekordmani

Příloha č. 2 Projektový den – „Zlaté číslo“

Příloha č. 3 Jak zvažít koně

## Přílohy

### Příloha č. 1 Mravenčí rekordmani

#### Řešení.

1. Tento příklad by bylo nejjednodušší řešit trojčlenkou, nicméně tato je zařazena až do učiva 7. ročníku. Žáci jsou zde odkázáni na své logické myšlení a úsudek. Mimo jiné si je tady třeba uvědomit, že jednotlivé veličiny jsou zadány v rozdílných jednotkách.

Postup bez použití trojčlenky:

- převedeme obě veličiny na stejné jednotky a to na cm – což je 8,3 cm a 13,4 m = 1340 cm a poté je vydělíme:  $1340 : 8,3 = 161,45$  a tímto číslem dělíme výšku člověka:  $170 : 161,45 = 1,05$  cm. Je třeba si uvědomit, že kolikrát je vyšší skok, tolikrát bude větší i náš živočich. Velikost živočicha je přibližně 1,05 cm.

2. Řešení tohoto příkladu je jednodušší, protože nám bylo zadáno, kolikrát za sekundu živočich překoná svoji délku. Pokud je jeho rychlost 855 mm/s potom jeho velikost bude  $855 : 108 = 7,92$  mm = 0,792 cm

Porovnání s Usainam Boltem: jeho výška 1,95 m krát 108. Výsledek je 210,6 m/s.

Aby si žáci byli schopni představit takovou rychlost, můžeme se jich zeptat na jejich výkony v tělesné výchově.

3. Řešení tohoto příkladu je jednoduché, váhu břemene vydělíme číslem 40 což je  $200 : 40 = 5$  mg.

Závěrem našeho počítání je, že náš rekordman je kolem jednoho cm velký a váží kolem 5 mg.

### Příloha č. 2 Projektový den – „Zlaté číslo“

#### Řešení

**Úkol č. 1** Řešení je na obrázku 2 v kapitole mezipředmětové vztahy. Žáci měli odpovědět na otázku: „Kolik králíků bude ve vymezeném prostoru za 5 měsíců?“ Odpověď je – 8 párů dospělých králíků a 5 párů mláďat (párů, které se ještě nemohou množit), což odpovídá poslednímu řádku obrázku.

**Úkol č. 2**

$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1+1}} = 1 + \frac{1}{\frac{3}{2}} = 1 + \frac{2}{3} = \frac{5}{3} = 1,66666\dots$$

$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1+1}}} = 1 + \frac{1}{\frac{5}{3}} = 1 + \frac{3}{5} = \frac{8}{5} = 1,6$$

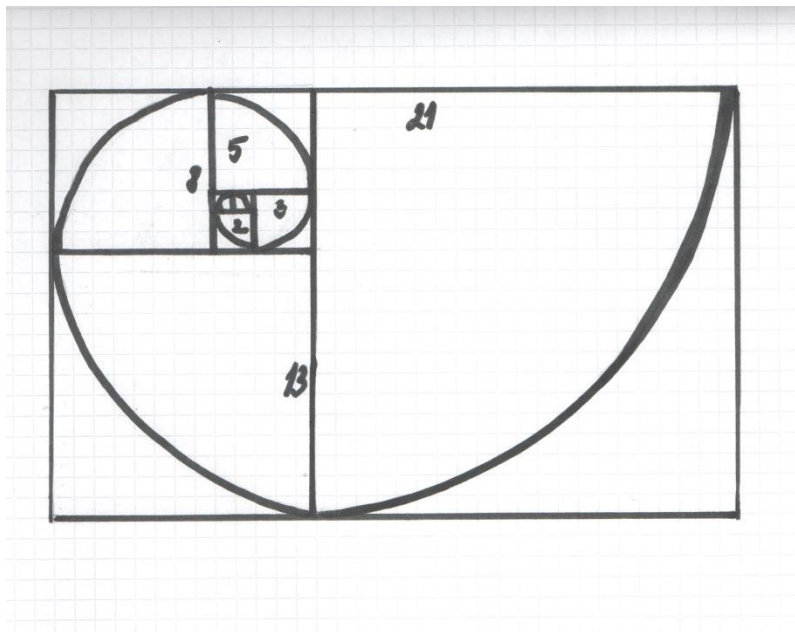
$$1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1 + \frac{1}{1+1}}}} = 1 + \frac{1}{\frac{8}{5}} = 1 + \frac{5}{8} = \frac{13}{8} = 1,625$$

**Úkol č. 3** Jak je vidět na obrázku níže - na šišce je možné najít dva typy spirál a jejich počet je 13 (barevné spirály) a 8 (stříbrné spirály), viz obr. 9



Obr. 12 Spirály na šišce borovice (vlastní zdroj).

**Úkol č. 4** Na obrázku je zobrazena spirála, ke které by se měli žáci dopracovat při svém kreslení. Jsou v ní zobrazeny i požadované délky stran čtverců. Na obrázku 11 je příklad organismu, který je nejčastěji s touto spirálou spojován – loděnka hlubinná (*nautilus popilius*)

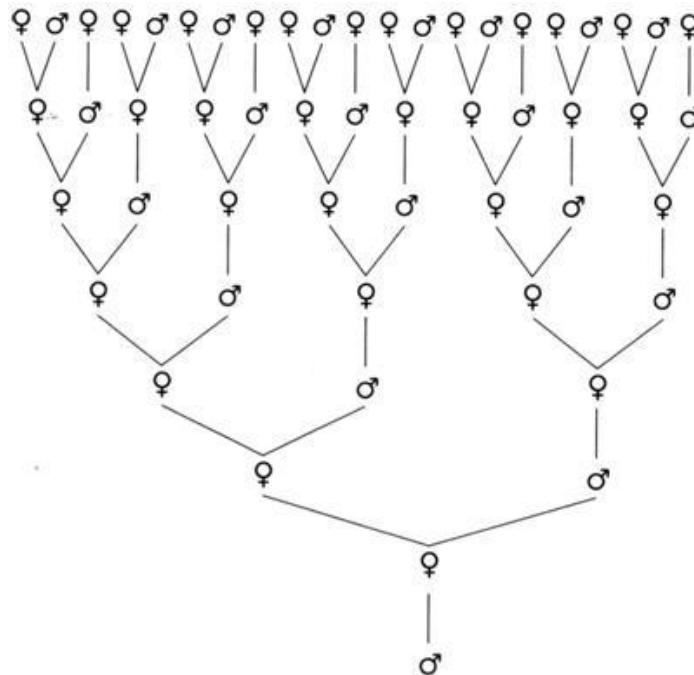


Obr. 13 Nákres spirály s vyznačenými délkami stran čtverců (vlastní zdroj).



Obr. 14 Loděnka hlubinná – živoucí fosilie (převzato z [https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/plzenska-zoo-chova-lodenky.A121219\\_143524\\_plzen-zpravy\\_ban](https://www.idnes.cz/plzen/zpravy/plzenska-zoo-chova-lodenky.A121219_143524_plzen-zpravy_ban), 25. 11. 2019)

**Úkol č. 5** 8 generací trubčího rodokmene.



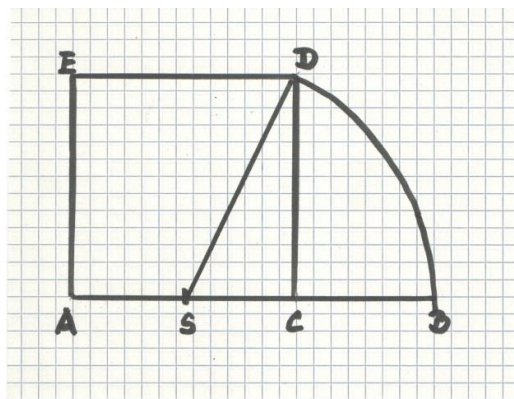
Obr. 15 Rodokmen trubců. (Převzato z <http://fyzika.jreichl.com/>, 25. 11. 2019)

**Úkol č. 6** Na ananasu je možné najít tři typy spirál – viz obrázek. Jejich počty jsou - 8 spirál oranžových, 13 - spirál růžových a 21 - spirál zelených



Obr. 16 Spirály na ananasu vyznačené barevnými lepicími páskami (vlastní zdroj).

**Úkol č. 7** Na obrázku je náčrt zadaného úkolu. Délka úsečky CB je 8 čtverečků a délka úsečky AB je 21 čtverečků. Pro poměry úseček platí rovnost – čili  $\frac{AB}{AC} = \frac{AC}{CB}$



Obr. 17 Náčrt úkolu č. 7 – čtverec ACDE ( $a = 13$  čtverečků), bod S je středem AC a bod B, který náleží průsečíku kružnice se středem S a poloměrem SD s polopřímku AC (vlastní zdroj).

### Příloha č. 3 Jak zvážít koně

#### Řešení:

1. Dosadíme do vzorce

$$\frac{190^2 \times 165}{11880} = 501,388 \approx 501 \text{ kg}$$

2. Nejdříve převedeme tuny na kilogramy  $1,2 \text{ t} = 1200 \text{ kg}$  a potom dosadíme do vzorce. Neznámou délku si označíme  $d$ .

$$\frac{235^2 \times d}{11880} = 1200 \quad \text{rovnici násobíme číslem 11880}$$

$$235^2 \times d = 14256000 \quad \text{umocníme číslo 235}$$

$$55225 \times d = 14256000 \quad \text{a vydělíme číslem 55225}$$

$$d = 258,14 \text{ cm}$$

## Anotace

<b>Jméno a příjmení:</b>	Lenka Valáriková
<b>Katedra:</b>	Biologie
<b>Vedoucí práce:</b>	Mgr. Jitka Kopecká, Ph.D.
<b>Rok obhajoby:</b>	2020

<b>Název práce:</b>	Provázanost učiva přírodopisu a matematiky na 2. stupni základních škol
<b>Název v angličtině</b>	Interdisciplinary connection between mathematics and biology in upper primary school curriculum.
<b>Anotace práce:</b>	Práce se věnuje možnostem a důležitosti propojení výuky matematiky a přírodopisu ve výuce těchto předmětů na 2. stupni základních škol. Prakticky ukazuje toto propojení na sérii příkladů, za použití aktivizačních metod.
<b>Klíčová slova:</b>	Přírodopis, matematika, kurikulum, aktivizační metody, badatelská výuka
<b>Anotace v angličtině:</b>	This thesis is focused on possibilities and importance of intersubject connections between biology and mathematics in upper primary school curriculum. It is showing this connection on a series of practical tasks, while using activation methods.
<b>Klíčová slova v angličtině:</b>	Biology, mathematics, curriculum, activation methods, inquiry – based learning
<b>Přílohy vázané v práci:</b>	Řešení příkladů
<b>Rozsah práce:</b>	41 stran bez příloh / 48 stran s přílohami
<b>Jazyk práce:</b>	Český