

Univerzita Karlova
Pedagogická fakulta
Katedra matematiky a didaktiky matematiky

BAKALÁŘSKÁ PRÁCE

Matematika v environmentálních úlohách

Mathematics in environmental problems

Bára Kožíšková

Vedoucí práce: prof. RNDr. Jarmila Novotná, CSc.

Studijní program: Specializace v pedagogice (B7507)

Studijní obor: B CH-M (7504R009, 7504R015)

Odevzdáním této bakalářské práce na téma Matematika v environmentálních úlohách potvrzuji, že jsem ji vypracovala pod vedením vedoucího práce samostatně za použití v práci uvedených pramenů a literatury. Dále potvrzuji, že tato práce nebyla využita k získání jiného nebo stejného titulu.

V Praze dne 15.4.2023

Velký dík patří mé velmi ochotné vedoucí práce prof. RNDr. Jarmile Novotné, CSc., která mi byla po celou dobu vypracovávání oporou a pomocnou rukou. Díky její podpoře, inspirativním komentářům, cenným radám a velké ochotě jsem byla schopna práci vypracovat. Jmenovitě děkuji mému tatínkovi Mgr. Ivanu Kožíškovi za gramatickou korekturu a mamince Ivě Kožíškové za psychickou podporu. V neposlední řadě bych chtěla vyjádřit dík celé mé rodině, přátelům a spolužákům, kteří si vším procházeli se mnou, podporovali mě a vytvořili mi příjemné a podnětné prostředí.

ABSTRAKT

Bakalářská práce „Matematika v environmentálních úlohách“ se zabývá problematikou mezipředmětových vztahů a konkrétně jejich aplikací na vzdělávací oblast Matematika a její aplikace spolu s průřezovým tématem Environmentální výchova. Teoretická část obsahuje kapitoly zabývající se vývojem mezipředmětových vztahů ve školních dokumentech, jejich terminologií a také kapitoly o tom, proč se mezipředmětovými vztahy zabývat. Obsahuje také kapitoly poskytující náhled do metod, jak mezipředmětové vztahy aplikovat, srovnání, jak jsou v současnosti realizovány, a kapitolu o tom, proč je vhodné propojovat vzdělávací oblast Matematika a její aplikace právě s Environmentální výchovou. Cílem práce je v praktické části navrhnout tři tematické hodiny matematiky s přesahem do environmentální výchovy, které by učitelé mohli využít při vyučování. Hodina pro první stupeň základní školy je zasazena do prostřední světového problému s nedostatkem pitné vody, znečištěním vodních toků a plýtváním. Hodina pro druhý stupeň základní školy seznamuje žáky s množstvím odpadu a jeho zpracováním a hodina pro střední školu se zabývá problémy spojenými se změnou klimatu na planetě. Návrh každé hodiny obsahuje její stručný popis, zasazení tématu hodiny do struktury rámcového vzdělávacího programu a motivaci, která poskytne žákům informace potřebné k orientaci se v dalších částech hodiny, kterými jsou tematické početní bloky. Tematické početní bloky se skládají z několika komplexních integrovaných úloh a zahrnují i jejich vzorové řešení.

KLÍČOVÁ SLOVA

mezipředmětové vztahy, matematika, environmentální výchova, integrovaná výuka, slovní úlohy

ABSTRACT

The bachelor thesis "Mathematics in Environmental Problems" deals with the issue of intersubject relations and specifically their application to the educational area of Mathematics and its applications together with the cross-cutting theme of Environmental Education. The theoretical part includes chapters dealing with the development of inter-subject relations in school documents, their terminology and also chapters on why to deal with inter-subject relations. It also includes chapters providing insight into methods of applying cross-curricular relationships, a comparison of how they are currently implemented, and a chapter on why it is appropriate to link the educational area of Mathematics and its applications specifically to Environmental Education. The aim of the practical part of the thesis is to propose three thematic lessons in Mathematics with an overlap with Environmental Education that teachers could use in their teaching. The lesson for the first grade of primary school is set in the middle of the world problem of drinking water scarcity, water pollution and waste. The lesson for the second level of primary school introduces pupils to the amount of waste and its treatment, and the lesson for secondary school addresses the problems associated with climate change on the planet. The design of each lesson includes a brief description of the lesson, a setting of the lesson topic within the structure of the framework curriculum and a motivation that provides pupils with the information needed to orient themselves to the other parts of the lesson, which are the thematic number blocks. The thematic numeracy blocks consist of several complex integrated problems and include sample solutions.

KEYWORDS

intersubject relations, mathematics, environmental education, integrated education, word problems

Obsah

Úvod	7
1 Teoretická část	9
1.1 Mezipředmětové vztahy	9
1.1.1 Vývoj mezipředmětových vztahů ve školních dokumentech	9
1.1.2 Terminologie	10
1.1.3 Proč se bavit o mezipředmětových vztazích	11
1.1.4 Jak jsou mezipředmětové vztahy realizovány v současnosti	13
1.1.5 Jak mezipředmětové vztahy aplikovat	14
1.2 Integrovaná slovní úloha	16
1.2.1 Slovní úloha	16
1.2.2 Integrovaná slovní úloha	17
1.2.3 Nevýhody zapojení integrovaných úloh do vyučování	18
1.3 Proč propojovat matematiku a environmentální výchovu	19
2 Praktická část	23
2.1 Hodina matematiky pro první stupeň ZŠ na téma voda, její ochrana a plýtvání ..	23
2.1.1 Struktura a náplň vyučovací hodiny	24
2.1.2 Motivace	25
2.1.3 O nedostatku pitné vody	25
2.1.4 O znečištění vodních toků	27
2.1.5 O spotřebě vody a jak ji snížit	31
2.2 Hodina matematiky pro druhý stupeň ZŠ na téma odpady	36
2.2.1 Struktura a náplň vyučovací hodiny	37
2.2.2 Motivace	38
2.2.3 O množství odpadu	39

2.2.4	O tom, že starat se o planetu, má smysl	43
2.3	Hodina matematiky pro střední školu na téma změna klimatu.....	48
2.3.1	Struktura a náplň vyučovací hodiny	49
2.3.2	Motivace	50
2.3.3	O vážnosti změny klimatu	52
2.3.4	O tom, jak snížit svůj podíl na klimatické změně.....	56
	Závěr.....	63
	Seznam použitých informačních zdrojů	64

Úvod

Jako začínající učitelka matematiky jsem se nejvíce děsila momentu, kdy mě žáci konfrontují s otázkou „*K čemu mi to v životě bude?*“. Když jsem se ale zamyslela a připomněla jsem si svá léta ve školní lavici, tak namísto strachu z toho, že nebudu vědět, co odpovědět, jsem začala přemýšlet, proč mají žáci tendence se na takové otázky ptát. Spousta autorů (viz Palm, 2008; Verschaffel a kol., 2000) mi potvrdila mé obavy, a to ty, že matematické úlohy, které žákům poskytujeme, nemají základ v běžném životě. Mezinárodní šetření (viz Tomášek a kol., 2019) ukazují, že znalosti našich žáků v matematice a jejich matematická gramotnost jsou mezi zeměmi, které se šetření účastní, nadprůměrné, zato jejich vztah k matematice značně podprůměrný. Ze zkušeností mých a kolegů matematika pro žáky znamená strašáka mezi školními předměty. Přitom si myslím, že matematika je krásný předmět, z jehož obsahu těží běžný člověk denně, a tak se dá propojit prakticky s každou oblastí. To pro mě byla hlavní motivace pro výběr tématu bakalářské práce. Mým cílem bylo vytvořit produkt, který by učitelé mohli použít v hodinách matematiky, aby matematiku jako školní předmět popularizovali a žákům přiblížili její praktické využití v jejich běžném životě.

Produktem mé bakalářské práce jsou tři tematické hodiny matematiky. Oblast, se kterou jsem v nich matematiku propojila, jsem vybírala podle svých hodnot a směru zájmu, ale také podle výsledků projektu ROSE (viz Schmutzerová & Bílek, 2010), který zkoumal, jaká témata jsou pro žáky atraktivní. Dnešní doba se potýká s nejhroším stavem klimatických změn v historii. Vědci i světové organizace upozorňují, že právě teď je nejvyšší čas na změnu. Pokud ale chceme připravit svět na nevyhnutelnou změnu, musíme pro to vychovávat budoucí generace, a kde je pro takovou změnu vychovávat lépe než prostřednictvím školní instituce. Pro propojení s matematikou jsem si tedy vybrala průřezové téma Environmentální výchova.

V teoretické části své práce se zabývám teorií k mezipředmětovému propojení. Definuji termín mezipředmětové vztahy, i jeho alternativy v tuzemských i zahraničních vědeckých pracích, zabývám se jejich zastoupením ve školních dokumentech, uvádím, jak jsou mezipředmětové vztahy v současnosti realizovány, podávám důvody, proč je realizovat, a také jakými metodami je možné je realizovat. Dále se více věnuji jedné z metod aplikace

mezipředmětových vztahů, a to konkrétně integrované slovní úloze. Nejprve definuji termín slovní úloha a následně i termín integrovaná slovní úloha. Pro komplexnost uvádím i některé nevýhody zapojení takových úloh do vyučování. Poslední kapitolu jsem věnovala důvodům, proč propojovat vzdělávací oblast Matematika a její aplikace s průřezovým tématem Environmentální výchova.

V praktické části navazuji konkrétní tvorbou tematických hodin pro základní a střední školu. Hodina pro první stupeň základní školy propojuje matematická témata s problematikou nedostatku a znečištěním vody. Hodina pro druhý stupeň základní školy je věnována odpadům a hodina pro střední školu propojuje matematiku s tématy klimatické změny. Každá hodina obsahuje zasazení environmentálního tématu do struktury školních dokumentů a stručný popis. Také uvádím vzorovou motivaci, která žáky uvede do environmentálního problému a osvěží jim nematematické znalosti, které využijí v tematických početních blocích, které následují. Hodina pro první stupeň základní školy obsahuje tři početní bloky s názvy „O nedostatku pitné vody“, „O znečištění vodních toků“ a „O spotřebě vody a jak ji snížit“, z nichž každý blok obsahuje pět integrovaných úloh. Pro hodinu na druhý stupeň jsem navrhla dva početní bloky s názvem „O množství odpadu“ a „O tom, že starat se o planetu, má smysl“, z nichž každý obsahuje šest integrovaných úloh. Poslední hodina pro střední školu disponuje opět dvěma početními bloky s názvy „O vážnosti změny klimatu“ a „O tom, jak snížit svůj podíl na klimatické změně“, které se oba skládají z pěti integrovaných úloh.

1 Teoretická část

1.1 Mezipředmětové vztahy

1.1.1 Vývoj mezipředmětových vztahů ve školních dokumentech

Veškerá věda byla na svém počátku ve starověkém Řecku vměstnána do pojmu filozofie. Až postupem času s příchodem nových poznatků a objevů se začaly vymezovat vědní obory jako takové, které v současnosti známe. Dlouhá staletí dostávaly vědní obory svůj vlastní tvar, aby některé mohly položit základy školním předmětům (Starý & Rusek, 2019). Rámec, obsah, cíle a kompetence školních předmětů také neměly od počátku existence vzdělávacích dokumentů finální podobu a troufám si říct, že vzhledem k plánované modernizaci vzdělávacích dokumentů, Strategii 2030+, stále ještě finální podobu nemají. Aktuální podobu školních předmětů se všim, co k nim patří, najdeme ukotvenou v rámcovém vzdělávacím programu (dále již pouze RVP) (MŠMT, 2021a, 2021b) zvláště pro každý stupeň vzdělávání od roku 2005, kdy byl uveden v platnost zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání. Zákon o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání, zkráceně školský zákon č. 561/2004 Sb., zbavuje školství systému učebních osnov a ustanovuje vydávání RVP.

Učební osnovy obsahovaly pouze soupis, seznam učiva, pomocí něhož stát ukládal školám, co se má učit. Takový systém měl jasnou výhodu v případě přestupů dětí na jiné školy, protože učební plán byl všude stejný. V jiných směrech ale systém až tak praktický nebyl. Protože učební osnovy určovaly pouze obsah učiva, bylo možné ho uchopit různě. Nikde nebyla stanovena náročnost, ani to, co si má žák z učiva odnést. RVP je systém komplexnější. Nejen že obsahuje hodnocení, organizace, cíle a učivo pro každou vzdělávací oblast, ale disponuje i očekávanými výstupy, díky kterým se sjednotila úroveň znalostí a dovedností na všech školách a u všech žáků. (VUP Praha, 2007)

Kromě vzdělávacích oblastí, které jsou samy utvářeny s ohledem na mezipředmětová propojení, už první verze RVP popisuje tzv. průřezová témata, která jsou definována jako okruhy nebo témata pojednávající o aktuálních problémech současného světa (MŠMT, 2021a, 2021b). Jedním z cílů průřezových témat je doplňovat či propojovat již osvojené znalosti (MŠMT, 2021a). Tematické okruhy, ze kterých jsou průřezová témata složena,

zasahují do vzdělávacích oblastí, díky čemuž umožňují propojení jejich obsahů a přispívají tak ke komplexnosti celého procesu vzdělávání a rozvíjí klíčové kompetence (MŠMT, 2021b). RVP zavedením průřezových témat umožňuje vznik nových předmětů nebo začlenění témat do předmětů již existujících (Hudecová, 2004). Takovému propojení mezi obory se věnuje problematika mezipředmětových vztahů.

1.1.2 Terminologie

Pokud se chceme zabývat problematikou mezipředmětových vztahů, je důležité si nejprve udělat pořádek v termínech. Termín mezipředmětové vztahy se velmi příhodně nabízí jako vcelku srozumitelný pojem. Pokud bychom se ale problematikou zabývali více do hloubky, došli bychom k poznání, že zájem o mezipředmětové vztahy samotný pojem přerostl a ten už někdy nestačí pojmut veškeré vrstvy, které představuje (Hudecová, 2004). Pro příklad uvádím definici mezipředmětových vztahů od Janáse z roku 1985, který definuje mezipředmětové vztahy jako výchovně vzdělávací vazby mezi vyučovacími předměty (Janás, 1985). Postupným zvětšujícím se zájmem o problematiku se formovaly další a už podstatně obsáhlejší definice, které nevidí mezipředmětové vztahy jen jako vazby mezi předměty, ale i jako prostředek k mezipředmětové integraci. Jako podstatně mladší příklad uvádím definici z Pedagogického slovníku, která mezipředmětové vztahy popisuje jako „*Vzájemné souvislosti mezi jednotlivými předměty, chápání příčin a vztahů, přesahujících předmětový rámec, prostředek mezipředmětové integrace. V předmětovém kurikulu jsou vyjadřovány v učebních osnovách jednotlivých předmětů jako tzv. mezipředmětová témata nebo jsou realizovány v samostatných předmětech.*“ (Průcha a kol., 2009, str. 124).

Pokud se budeme při definování mezipředmětových vztahů držet této teorie, kterou poskytuje Pedagogický slovník, můžeme je vnímat jako prostředek mezipředmětové integrace. Nutno ale zdůraznit, že takové vyjádření neznámá, že mezipředmětová integrace je jedinou možnou realizací mezipředmětových vztahů, a neznámá to ani, že jediným zprostředkovatelem mezipředmětové integrace jsou mezipředmětové vztahy. Rakoušová (2008, str. 17) definuje: „*Integrace zahrnuje záměrné, vědomé vytváření průniku vazeb mezi jednotlivými poznatky v obsahu vzdělávání učitelem a využívání poznatků z různých vzdělávacích oborů a z vlastní zkušenosti žákem při řešení problémů v procesu vnitřní integrace obsahu vzdělávání v praxi, přičemž rozlišujeme integraci didaktickou (ze*

strany učitele), psychologickou (ze strany žáka) a obsahovou (ze strany obsahu učiva).“ Snažíme-li se o nejvyšší formu integrace, komplexní integraci, můžeme z pojmu nabývat dojem, že se ztrácí specifičnost původního oboru nebo předmětu (Hudecová, 2004). Pokud se chceme vyvarovat někdy až příliš silnému pojmu integrace, vystačíme si s také se objevujícím pojmem koordinace (Starý & Rusek, 2019), který pracuje se souvislostmi mezi předměty, ale spíše na úrovni porovnávání, čímž odkrývá poznatky z oboru předmětů, uchovává specifičnost, a vzniká tak nová kvalita (Hudecová, 2004). Integrace je pak slovem nadřazeným pro koordinaci (Rakoušová, 2008).

V odborné didaktické a pedagogické literatuře se při debatách o mezipředmětových vztazích můžeme také setkat například s pojmem interdisciplinární vztahy. Pojem je v podstatě totožný a cizí slovo by se dalo celkem obstojně nahradit českým výrazem „mezioborovost“ (Nocar a kol., 2019). A předpona *inter-* je opravdu totožná s původní terminologií. Problém nastává u definice disciplíny. V českých podmínkách není možno slovo disciplína považovat za synonymum školního předmětu, a v důsledku toho mohou vznikat nepřesnosti ve významu (Hudecová, 2004; Nocar a kol., 2019). Průcha, Walterová a Mareš (2009, str. 46) definují disciplínu slovy „*Část určité vědy (vědního oboru), s relativně samostatnými teoriemi a metodami.*“

Dalším obecně vyskytujícím se termínem jsou transversální vztahy. Slovo transversální pochází z latinského slova transversal, což znamená příčný, napříč nebo průřezový. Důvod vzniku tohoto termínu nejpravděpodobněji najdeme ve vzniku RVP, kde se běžně využívá počeštěná varianta průřezová témata (Nocar a kol., 2019), jejichž popis najdeme přímo v dokumentu (viz MŠMT, 2021a; MŠMT, 2021b).

1.1.3 Proč se bavit o mezipředmětových vztazích

Vědecké obory se v průběhu let od dob, kdy se jim začala věnovat pozornost, vyhraňovaly ne proto, aby se části vědy od sebe co nejvíce oddálily, ale hlavní motivací bylo, aby se každá část věd mohla probádat co možná nejvíce. Zaměření se na jednu určitou část dokázalo ostatní části upozadit a vrhnout větší a jasnější světlo na danou problematiku. To všechno dohromady vytvářelo prostor pro to, vidět do jednotlivých oborů více do hloubky než do šířky. Nesmíme však zapomenout, že takové části, můžeme je nazývat vědními obory i školními předměty (které jsou vlastně také jen dalším zúžením vědeckých

oborů), jsou pořád neodmyslitelně součástí původního širokého celku. Bez pochopení souvislostí v rámci šíře zbydou jen znalosti hluboké. Ať budou tyto znalosti jakkoli vynikající, nikdy nedokážou podchytit komplexnost té části světa, kterou popisují, a učící se nikdy nedokáže nabyté poznatky zařadit sám do všeobecného systému věd a světa (Starý & Rusek, 2019). Pokud se budou tedy jednotlivé předměty učit striktně jako disjunktní množiny, bude docházet k tzv. předmětové izolaci, která může působit problémy nejen v dalších fázích studia.

V době zavedení povinné školní docházky v druhé polovině 18. století vznikla Kniha metodní z pera J. I. Felbigera (1777). Z jejího obsahu jasně vyplývá, jak vypadala ideální role tehdejšího učitele. Učitel funguje jako živá forma encyklopedie. Žákům předá to, co ví, procvičí, a pak je vyzkouší. Od vzniku této dobové metodické příručky se mnohé změnilo, ale něco stále přetrvává. Jak potvrzuje několik mezinárodních studií (viz Tomášek a kol., 2019), čeští studenti oplývají převážně encyklopedickými znalostmi a mají potíže převádět naučené poznatky do praktického života (Bílek, 2008). Není v silách žádného člověka docílit Komenského pansofie neboli „všeobecné moudrosti“, ale neustálé aktivním využívání mezipředmětových propojení, hledáním vzájemných souvislostí, zákonitostí a obecností se k takovému stavu dokážeme přiblížit (Starý & Rusek, 2019).

Starý a Rusek (2019) popisují situaci metaforicky pomocí přirovnání k uměleckému dílu. Umělecké dílo, dejme tomu obraz, obsahuje hlubší hodnotu. Malované plátno je jen jakýmsi oknem do světa, který obraz líčí. Ne každý je ale schopen vidět za pomalovaným plátnem i skrytou hodnotu. Stejně jako dítě dokáže přijmout informaci, zapamatovat si ji, brát ji jako obecnou pravdu, ale nepohlíží na ni z jiných perspektiv, a to například z perspektiv jiných vědních disciplín. My, kteří jsme již základním vzděláním prošli, dokážeme věci navzájem propojovat mnohem lépe. Důvodem ale není vždy, že jsme se věci naučili, ale naopak že jsme některé věci neuměli, a tak přišlo pár chyb a omylů, které nám poskytly novou příležitost k učení se, a to přímo z našich vlastních pochybení. Žáci jsou ochuzeni právě o možnost učení se z vlastních chyb, protože nemají zdaleka tolik zkušeností jako vyučující. Proto by učitel měl využít každou příležitost k tomu ukázat svým žákům svět ze všech možných stran, aby se dokázali plnohodnotně v jeho komplexnosti zorientovat.

1.1.4 Jak jsou mezipředmětové vztahy realizovány v současnosti

RVP nerozděluje obsah do částí podle tradičních předmětů, ale rozděluje obsah do tzv. vzdělávacích oblastí, jejichž základem je většinou jeden nebo více obsahově si blízkých vědeckých oborů. Pro názornost uvádím několik příkladů. Tradiční předmět matematika najdeme ve vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace. Z pohledu struktury vzdělávacích oblastí stojí za pozornost přírodopis, na který později volně navazuje předmět biologie. Tyto předměty nalezneme ve vzdělávací oblasti s názvem Člověk a příroda. Pro základní vzdělávání nalezneme ve stejné oblasti třeba i předměty jako jsou fyzika, chemie a zeměpis, pro gymnázia obdobně předměty fyzika, chemie, geologie a geografie. Zavedením vzdělávacích oblastí tak dokumenty nedefinují samostatný předmět, ale definují okruh problémů nějaké části světa. Obsah vzdělávacích oblastí pak slouží k porozumění složitosti a mnohotvárnosti skutečnosti. Napomáhá rozvíjet schopnost systematizace poznatků a pochopení provázanosti učiva s praktickým životem. Navíc dokumenty jsou obohaceny o průřezová témata, která dodávají další možnost k mezipředmětovému propojení. (viz MŠMT, 2021a; MŠMT, 2021b)

Teoreticky je tedy české školství pro výuku zohledňující příbuznost předmětů připraveno a učitelům by nemělo nic bránit ji praktikovat. Školní dokumenty sice disponují uspořádáním tak, aby učitelé měli možnosti mezipředmětové vztahy aplikovat, ale málokterá školní instituce je opravdu využívá. Ve většině škol se stále setkáváme s tradičním rozložením školních předmětů, které nepodněcuje k jakékoli koordinaci. Záměr revidovat školní dokumenty do smysluplných celků tak v praxi nenaplnil teoretické očekávání. (Starý & Rusek, 2019)

Ani vzdělávání budoucích pedagogů nepodněcuje k vyzdvihování mezipředmětových souvislostí. Budoucí učitelé jsou vzděláváni ve stejně izolovaných předmětech, které následně učí žáky (Starý & Rusek, 2019). Homerová (2012) podotýká, že pokud i přesto takto vystudovaný učitel bude mít snahu o mezipředmětové propojení, příprava a následné provedení budou tak náročné na přípravu, že učitel nebude schopen ho praktikovat pravidelně, natož každou hodinu. Existují však země, kterým se daří kombinovat předmětové přesahy s klasickou výukou. Vzorem by se mohly stát britské, holandské a skandinávské školy. Pedagogové jsou v těchto zemích vzdělávání s ohledem

na mezipředmětové přesahy nejen teoreticky, ale i prakticky, a dostává se jim pravidelné podpory ve smyslu výukových materiálů od pedagogických institucí.

1.1.5 Jak mezipředmětové vztahy aplikovat

Mezipředmětové vztahy lze vnímat jako prostředek mezipředmětové integrace (Průcha a kol., 2009). V mezipředmětové integraci rozlišujeme různé druhy integrace. Obsahová integrace se zabývá obsahem vzdělávání a logikou obsahu učiva, didaktická integrace je zaměřena na učitele a na žáka se soustředí integrace psychologická. Další možností, jak rozlišovat mezipředmětovou integraci, je na vnější integraci, do které řadíme konsolidaci a komasaci, a na integraci vnitřní, do které spadá jak částečná, tak úplná koncentrace a koordinace. (Rakoušová, 2008)

Konsolidace učiva spočívá ve sjednocení a ustálení obsahu různých učebních předmětů z podobných kognitivních oblastí v jeden samostatný předmět. Současně také dochází ke snížení celkového počtu učebních předmětů. Ke konsolidaci se užívá převážně bilaterálních mezipředmětových vazeb (Rakoušová, 2008), kdy jsou témata z jednotlivých předmětů řazena lineárně vedle sebe (Podroužek, 2005, v Rakoušová, 2008).

Na konsolidaci navazuje rozšířenější forma vnější integrace, komasace, která představuje stupňovitou formu konsolidace. V podstatě jde o snížení počtu předmětů souběžně s navýšením jejich hodinové dotace v nějakém časovém úseku. Příkladem komasace by mohl být několikadenní tematický projekt, jehož učivem by bylo řešení slovních úloh, které by obsahově čerpaly z přírodovědy. V podstatě se vyhradí čas, den, týden, měsíc, pouze několika předmětům, kterým se dodá na intenzitě. (Rakoušová, 2008)

Koncentrace je zástupcem vnitřní integrace, kdy se soustředíme na téma nebo problém a řešíme ho zároveň z různých úhlů pohledu v různých předmětech a neuvžívá se zde bilaterálních, ale multilaterálních vazeb (Podroužek, 2005, v Rakoušová, 2008). Jistý problém může působit výběr typu koncentrace, aby nebyl porušen logický sled propojování poznatků a nenarušila se tak tvorba uceleného pohledu na dané téma nebo problém (Podroužek, 2006).

Jednou možností koncentrace je tzv. úplná koncentrace. Příkladem by mohl být matematický jev, jehož řešení uplatňujeme v dalších předmětech. Jednoduché sčítání a

odčítání do sta použijeme v podstatě v každém předmětu. Rozeznávání a vlastnosti geometrických útvarů nebo těles se může využít v hodinách výtvarné výchovy. Práce a vyhodnocování dat se dá použít v tělesné výchově při vyhodnocování zápasů. Jiným druhem úplné koncentrace můžeme rozumět seskupení předmětů z podobných kognitivních oblastí, které umožňují koncentrování učiva. Třetí možností úplné koncentrace je hledání korelačních středů neboli jakýchsi odrazových můstků, kdy si všímáme shodností a rozdílností napříč různými předměty. (Rakoušová, 2008)

Částečnou koncentrací můžeme rozumět například pravidelně se opakující cykly, do kterých je učivo rozvrženo a souběžně v nich je i rozvíjeno (Rakoušová, 2008), pak jde v podstatě o mechanické sjednocování učiva (Podroužek, 2006). Nebo můžeme hledat jednotné principy v obsahových částí učiva. Jako třetí a další možnost částečné koncentrace můžeme využít princip vytváření skupin nebo komplexů učiva v samostatných předmětech. Takové vytváření skupin může být řízeno například zkušeností žáka (Rakoušová, 2008).

Z hlediska procesu vyučování nejcelistvější druh vnitřní integrace, o kterém Rakoušová (2008) hovoří, označujeme pojmem koordinace. Koordinace se dá označit za úplně nejvyšší formu mezipředmětové integrace, která využívá bilaterálních mezipředmětových vazeb. Správná koordinace vyžaduje součinnost mezi učebními předměty a spoluprací nejen obsahovou, ale i z hlediska metod a forem práce (Podroužek, 2005, v Rakoušová, 2008). I když je koordinace ze všech integrací nejcelistvější, přesto je její plošná aplikace velmi složitá, a uplatňujeme ji nejčastěji jen na určitá témata nebo fenomény dvou a více předmětů (Podroužek, 2006). Koordinaci můžeme aplikovat například na slovní úlohy, které propojí matematiku s environmentální výchovou. Taková úloha vyžaduje porozumění situaci, třídění informací, eliminaci údajů a v neposlední řadě nalezení výsledku. Oproti klasické slovní úloze má tato koordinační přidanou hodnotu v tom, že dokáže vyvolávat v žákovi emoce a tím formuje jeho postoje i v dalších dimenzích školy i života. Podporuje u žáka nejen užití zkušenosti k řešení úloh ve vyučování, ale také užití zkušeností z vyučování v životě mimo školu (Rakoušová, 2008).

1.2 Integrovaná slovní úloha

1.2.1 Slovní úloha

Nežli budeme schopni popsat definici a náležitosti integrované, popřípadě koordinační, slovní úlohy, pojdme si nejprve udělat pořádek v definici klasické slovní úlohy. I když pojem slovních úloh používáme především, když mluvíme o matematice, dají se definovat bez potřeby propojení s matematikou jako „*úlohy, v nichž je souvislost mezi danými a hledanými údaji vyjádřena slovní formulací a v nichž je třeba na základě vhodných úvah zjistit, jaké operace je třeba provést s danými údaji, abychom došli k údajům, které máme určit.*“ (Blažková a kol., 1996, str. 35). Avšak definovat slovní úlohu mimo oblast matematiky (a předmětů, které využívají matematický jazyk) je prakticky zbytečné, jelikož u takovýchto předmětů se problém definovat jinak, než slovně nedá, a pak každá úloha bude slovní.

Podle Divíška (1989, str. 123) je slovní úloha definována jako „*úloha z praxe, ve které je popsána reálná situace, která vyústuje v problém.*“. Matematická slovní úloha předkládá matematický problém začleněn do kontextu reálné situace formulovaný slovy bez použití matematického jazyka. Na žácích je pak, aby popsanou situaci matematizovali, neboli aby určili, které prvky z úlohy nejlépe adekvátně nahradit matematickými symboly, a aby přišli na všechny operace, které s takovými prvky bude nutno provést a v jakém pořadí, chceme-li se dobrat vyřešení problému, tedy zodpovězení položené otázky (Vondrová a kol., 2020).

Můžeme si povšimnout, že například Divíšková definice matematické slovní úlohy obsahuje důraz na přítomnost kontextu. Existují ale i definice (viz Vyšín, 1972), které reálnost situace zanedbávají. Považují tak za slovní úlohu každý matematický problém, který je místo matematickým jazykem vyjádřen slovy. Jednoduše řečeno z příkladu „ $100 - 21 =$ “ dostaneme podle této definice slovní úlohu převedením na slovní formulaci „*Jaké číslo dostaneme, pokud od přirozeného čísla 100 odečtu přirozené číslo 21?*“.

V dalším textu, pokud budeme mluvit o slovních úlohách, tak podle definic, které přítomnost kontextu zanedbávají, ale naopak ho vyžadují. Právě přítomnost kontextu, reálnost situace, ve které je integrován matematický problém, tvoří výhodu a možnost

k uplatnění mezipředmětových vztahů, čímž podpoří žákovu motivaci hledat řešení (Rakoušová, 2008).

1.2.2 Integrovaná slovní úloha

Integrovaná, můžeme také říkat koordinovaná, slovní úloha v sobě oproti tradiční slovní úloze skrývá určitou přidanou hodnotu. Integrovaná slovní úloha vznikla z několika různých oborů a pomocí procesu integrace, konkrétně koordinace, dokáže předmětová témata harmonicky propojovat. Obory nebo předměty si obsahově v integrovaných úlohách nekonkurují, ale naopak se vzájemně podporují. Jejich společným cílem není jen napomáhání nabytí kognitivních schopností, ale i rozvoj osobnostních postojů jednotlivce. Je důležité podotknout, že integrovaná slovní úloha sleduje cíle všech integrovaných předmětů. Jinak by se mohlo zdát, že každá slovní úloha, kterou v hodině matematiky použijeme, je integrovaná s českým jazykem. Není, protože tradiční slovní úloha v hodině matematiky nesleduje a určitě nekontroluje schopnosti žáka v českém jazyce. Sleduje pouze ty matematické a český jazyk má v úloze pouze instrumentální funkci. (Rakoušová, 2008)

Užíváním integrovaných slovních úloh ve vyučování se také vyvarujeme jedné z obtíží, která žáky při řešení slovních úloh postihuje. Jde o naučení se algoritmu pro řešení určitých slovních úloh bez hlubšího pochopení matematického problému. Je nutno se vyvarovat ději, kdy v rámci procvičení jednoho algoritmu, ho aplikujeme několikrát na velmi podobných typech slovních úloh, které se často liší pouze v početní části, například záměnou čísel. Pak existuje riziko, že řešitel si z učiva neodnese pochopení problematiky, na které by mohlo navazovat použití nově se naučeného algoritmu při dalším studiu, ale naopak si může odnést nazpaměť naučený algoritmus, který umí přiřadit k jednomu druhu slovních úloh, které i přes sníženou kvalitu poznání zdárně vyřeší. Taková situace, kdy žák „*umí, ale nerozumí*“, podle Rakoušové (2008) vede k žákově nechuti řešit úlohu a později i nechutí k matematice jako celému předmětu.

Hlavním důvodem, proč před tradiční slovní úlohou upřednostnit slovní úlohu integrovanou, je právě žákova motivace. Učebnice matematiky jsou přeplněny slovními úlohami. Kolik z nich však vychází z žákova světa? Při tvorbě slovních úloh se s žákem počítá jako s malým dospělým. Žák základní nebo střední školy pravděpodobně nikdy za svůj život nepotřeboval měřit plochu městského parku tvaru obdélníku, pravděpodobně

nikdy nenatíral plot tak, aby vždy dvě plaňky byly oranžové a jedna zelená a určitě nepotřeboval počítat, jaké barvy bude stá plaňka. Podle mnoha autorů (viz Bílek, 2008; Nesher, 1980; Palm, 2006; Rakoušová, 2008; Verschaffel a kol., 2000) pro většinu slovních úloh z učebnic žákovi chybí porozumění a vlastní zkušenost. Potom není divu, že dětská mysl nevyhodnotí takový druh problému jako něco, čím má smysl se zabývat. Motivace vnitřní se ztrácí a zůstává jen vnější, kdy si žák učivo osvojí například z důvodu, že nechce dostat špatnou známku, ale nepodpoří se v něm další zájem o věc.

Nejen že by integrovaná slovní úloha měla vycházet z žákova světa a nejlépe měla být připravena přesně na míru každé třídě, ne-li na míru každému konkrétnímu žákovi, ale řešitelé by s tématem integrovaných slovních úloh měli být seznámeni ještě před tím, než je budou řešit v matematice. Říkáme, že integrované slovní úlohy jsou vytvářeny na principu reality a přirozenosti. (Rakoušová, 2008)

1.2.3 Nevýhody zapojení integrovaných úloh do vyučování

Už toho bylo spoustu řečeno o pozitivěch zavedení integrovaných slovních úloh do vyučování. Z žákova pohledu dokáže integrovaná slovní úloha objektivně mnohem více namotivovat k řešení problému než tradiční slovní úloha, a to hlavně díky integraci, která dokáže do kontextu úlohy zařadit reálnou situaci, která by měla být žákům blízká a měla by pocházet z jejich světa. Podporuje schopnost spolupráce, rozvíjí osobnostní postoje a klíčové kompetence, dokáže šetřit čas ve výuce, protože postihuje vícero témat najednou (Rakoušová, 2008), pomáhá žákům se stavbou vlastního poznání a ukazuje komplexnost světa z různých úhlů (Podroužek, 2006; Starý & Rusek, 2019).

Jsou ale nějaké nevýhody zařazení integrovaných slovních úloh do vyučování? Rakoušová (2008) a další autoři (viz Homerová, 2012; Palm, 2006) se shodují, že hlavním problémem integrovaných slovních úloh je jejich nízký počet a dostupnost učitelům. Vytváření integrovaných slovních úloh je velice náročné na přípravu a dokáže zabrat od několika dní až po několik let. K tomu nepřispívá ani špatná dostupnost relevantních informací. Často v důsledku toho je snaha o integraci neúspěšná. Některé pokusy o vytvoření integrovaných úloh nemají správné požadavky. Úloha může propojovat matematiku s dalším předmětem, ale pořád nemusí dávat smysl v reálném životě, a tím stále stejně degradovat žákovu motivaci a může mít negativní dopad na žákovy postoje a přesvědčení (Palm, 2006).

Tvořit pro každého žáka integrovanou slovní úlohu na míru je opravdu náročný proces. Pokud tedy budeme usilovat o integraci alespoň na míru kolektivu, je možné, že integrace neproběhne tak, jak má, u všech žáků. Některým žákům může úloha dávat smysl, vycházet z jejich praxe a rozvíjet jejich kompetence, ale na jiné může mít úplně stejný vliv jako každá jiná slovní úloha bez snahy o integraci.

1.3 Proč propojovat matematiku a environmentální výchovu

Z mezinárodních výzkumů posledních let, konkrétně například z šetření TIMSS 2019, které prezentované výsledky uvádí v procentech podílem žáků ve čtyřech vědomostních úrovních, a to konkrétně v nízké, střední, vysoké a velmi vysoké úrovni, vyplývá, že čeští žáci jsou svými znalostmi v matematice evropský nadprůměr. Trendy z národní zprávy výsledků mezinárodního šetření TIMSS 2019 (Tomášek a kol., 2019) napovídají, že od roku 2007 se průměrně snižuje podíl žáků v nízké vědomostní úrovni a zároveň se zvyšuje podíl žáků ve dvou nejvyšších vědomostních úrovních. I když od roku 2015 se nijak zvlášť výsledky českých žáků nemění, stále si držíme nadprůměrnou pozici mezi zúčastněnými zeměmi.

Ve stejném mezinárodním šetření se zkoumala zároveň i oblíbenost matematiky a výsledky v porovnání s prokázanou úrovní znalostí jsou nepřímo úměrné. Šetření doslova uvádí, že „*Česká republika patří k zemím s podprůměrnou oblibou matematiky.*“ (Tomášek a kol., 2019, str. 72). Navíc u dětí, které uvedly, že se matematiku učí velmi rády, existují velké rozdíly v oblíbenosti matematiky u chlapců a dívek. Vyšší oblíbenosti se matematika těší u chlapců.

Český výzkum, který potvrzuje míru oblíbenosti matematiky, provedl ve školním roce 2003/2004 kolektiv pod vedením RNDr. G. Höfera ve spolupráci s katedrou fyziky pedagogické fakulty ZČU v Plzni v kooperaci s Fyzikální pedagogickou sekcí JŠMF a Českou školní inspekcí. Šetření probíhalo ve všech krajích a dotázáno bylo celkem 3 728 žáků základních škol, 803 žáků nižších gymnázií, 760 žáků vyšších gymnázií a 1 117 žáků z ostatních středních škol. Výzkum byl zaměřen především na zjištění úrovně vztahu žáků vzhledem k výuce fyziky, na zjištění názorů žáků na průběh hodiny fyziky, na využívání učebních pomůcek atd. I když výzkum nebyl zaměřen přímo na matematiku, i tak poskytuje jasné závěry. Matematika se na škále oblíbenosti školních předmětů na ZŠ umístila mezi

posledními pěti předměty. Přeskočila pouze český jazyk, fyziku, německý jazyk, chemii a angličtinu. Na nižších gymnáziích dokonce oblíbenost matematiky klesla ještě o místo v pořadí níž. Průměrně si tak matematika na všech zkoumaných stupních vzdělávání drží v oblíbenosti místo mezi posledními. (Höfer & Svoboda, 2005)

Existuje řada dalších výzkumů potvrzujících nekladný vztah žáků k matematice jako školnímu předmětu a bylo také prokázáno, že tento vztah se úměrně se starším věkem žáků zhoršuje, i přes to, že je matematice žáky připisována značná důležitost (viz Pavelková & Hrabal, 2012; Smetáčková, 2018). Cílem šetření Čejkové a Jandové (2018) bylo zjistit příčiny, které ovlivňují žákovu motivaci učení se matematice. Jejich identifikování a následné řešení by mělo za následek zvednutí oblíbenosti matematiky spolu se zlepšením výsledků žáků v matematice, jejichž pozitivní vztah z šetření TIMSS 2011 prokázal Mullis a kol. (2012). Hlavní faktory ovlivňující žákovu motivaci v matematice, které z šetření vyplynuly, jsou především vliv učitele, jeho stylu a pojetí výuky, vliv rodiny a spolužáků a jeden z velkých faktorů vyšlo neporozumění látce nebo nevidění smyslu v učení. Čejková a Jandová (2018, str. 200) shrnují závěry následovně: „*Žáci, kteří vidí v matematice smysl, chápou její důležitost pro budoucnost či využití v jiných předmětech, mají o matematiku zájem. Snaží se látku pochopit, baví je přemýšlet nad složitějšími příklady, hledat nová řešení a zkoušet originální postupy ... Naopak žáci, kteří nevidí uplatnění matematiky, ji berou jako nutné zlo, pouhé memorování postupů. Stejně tak žáci, kteří látku nepochopí, jsou časem demotivováni a ztrácejí o předmět zájem.*“ O problematice absence reálného kontextu matematických úloh, které by propojovaly školní předmět s praktickým životem, píšou i Palm (2008) nebo Verschaffel, Greer a De Corte (2000).

Řešení neoblíbenosti některých školních předmětů, konkrétně přírodních věd, se snažili hledat Schmutzlerová a Bílek (2010, str. 2), kteří uvádějí: „*Málokdy hledáme ve školním prostředí souvislosti otázek „co vyučovat a co se mají žáci naučit“ s otázkou „co se žáci učit chtějí“.*“ Pokud budeme schopni nalézt odpovědi na to, co znamená pro žáky atraktivní téma, o kterém se chtějí dozvědět více, může to podle autorů vnést světlo do problému nízké motivace k učení a nepříliš pozitivnímu vztahu k přírodovědným předmětům, do kterých zahrnujeme i matematiku. Analýza Schmutzlerové a Bílka (2010) vychází z části dat shromážděných v rámci projektu ROSE, který mapoval žákovské postoje

nejen v oblasti vztahu k životnímu prostředí. Analýza se snaží odpovědět na otázky, které pojednávají o názorech žáků na environmentální témata a propojení s přírodovědně a technicky zaměřenými předměty. Závěry byly, že téma ohrožování životního prostředí vnímají žáci jako problém, který se jich samotných bezprostředně týká a který jsou schopni sami svými silami ovlivnit. Tím se čeští žáci nijak zvlášť neliší od výsledků žáků z ostatních zemí, které se projektu ROSE účastnily. Podle dat si nutnost chránit životní prostředí uvědomují žáci středních škol více než žáci škol základních. Taková informace podporuje snahu MŠMT ČR dbát na kvalitní proenvironmentální výuku již od raného věku. Navíc míra vzdělanosti národa v povědomí o environmentálních problémech a sama kvalita životního prostředí je nástroj k posouzení jak je národ civilizovaný (Jianguo, 2004).

Environmentální světové problémy, kterým se věnuje v RVP průřezové téma Environmentální výchova (viz MŠMT, 2021a, 2021b), je tedy pro žáky atraktivní téma, které se dotýká jejich života a mají o něj zájem (Schmutzerová & Bílek, 2010). Současný svět prochází velkými změnami oproti historickým údajům a tempo změn se stále zrychluje. Vyhrazení prostoru pro Environmentální výchovu je tedy vítané, ale vymezení pro ni samostatného předmětu nebo projektu se ukazuje být kontraproduktivní. Pro žáky předmět navíc neznamena motivaci, ale pouze další povinnost, která přebije žákovo nadšení pro zajímavé téma a environmentalistické postoje se mu ještě více znechutí (Skála, 2009). Na druhou stranu environmentální výchova jako integrované téma v běžných předmětech je stále většinou nedostatečná (Schmutzerová & Bílek, 2010).

Vzdělávací oblast Matematika a její aplikace podle RVP má žáka vést k porozumění komplexnosti světa, k pochopení složitosti reality, ke kritickému myšlení, ke schopnosti matematizace reálných situací, k víře ve vlastní schopnosti, k systematickosti atd. (MŠMT, 2021a, 2021b) Přesně to jsou i cíle environmentální nebo ekologické výchovy. Cílem výchovy k environmentální odpovědnosti není jednosměrné zaměření na problém, ale naopak soustředění se na věci v širších souvislostech napříč složitou realitou (Růžičková & Emanovský, 2001). Obě vědní disciplíny usilují o podobné cíle a navzájem by si tak mohly vypomoci.

Matematika by formou integrovaných úloh s kontextem z environmentálního prostředí dokázala do matematického problému dostat kus reality. Žák by dostal možnost

vidět využití matematiky v praktickém životě prostřednictvím jednoho z nejaktuálnějších témat dnešního světa, čímž bychom mohli docílit zlepšení vztahu žáků k matematice. Zároveň bychom nenásilnou formou šířili osvětu o globálních problémech a vychovávali environmentálně vzdělaného a za sebe odpovědného jedince, který je seznámen s principy udržitelného rozvoje společnosti, aktivně se podílí na ochraně přírody a je schopen si sám utvářet žádoucí hodnoty.

2 Praktická část

2.1 Hodina matematiky pro první stupeň ZŠ na téma voda, její ochrana a plýtvání

Hodina má za cíl podpořit dvojí motivaci, a to pro matematiku a pro environmentalistiku. Motivace je podle Hartla a Hartlové (2000) „*proces usměrňování, udržování a energetizace chování, které vychází z biologických zdrojů*“. Podle Weinerovy atribuční teorie (1985) závisí motivace žáků na tom, jak si vysvětlují svoje dílčí úspěchy a neúspěchy. Pokud je přisuzují faktorům, které sami nemohou ovlivnit, jejich motivace není tak velká. Pokud ale hledají uchopitelné důvody výsledků svého snažení, jejich motivace je větší, protože vidí cestu, po které se mohou vydat na cestě za úspěchem. A to je přesně to, na co hodina cílí. Hodina ukazuje právě ty faktory environmentální výchovy, které se ovlivnit dají, a cestu, po které se žák může vydat za úspěchem, nabízí matematika.

Pro první stupeň základní školy jsem se rozhodla tematickou hodinu matematiky věnovat vodě, souvisejícím problémům vyplývajícím z plýtvání vody, znečišťování vodních toků člověkem a prostředkům k ochraně vody. V rámcovém vzdělávacím programu (dále RVP) pro první stupeň základního vzdělávání je popsán vzdělávací obor Člověk a příroda, kde v sekci Rozmanitost přírody se mimo jiné vymezují cíle pro 2. období základního vzdělání, a to například, že žák dokáže zhodnotit některé konkrétní činnosti člověka v přírodě a rozlišuje aktivity, které mohou prostředí i zdraví člověka podporovat nebo poškozovat (MŠMT, 2021b, str. 50). Učivo odpovídající těmto výstupům zahrnuje výskyt, vlastnosti a formy vody, koloběh vody v přírodě, význam vody pro život a také ohleduplné chování k přírodě a její ochranu (MŠMT, 2021b, str. 51). Dohromady jsem usoudila, že téma vody, plýtvání a znečišťování bude pro mezioborové propojení s matematikou na tomto stupni vzdělávání patřit mezi nejvhodnější varianty, jelikož zapadá do všech výše zmíněných konceptů, které dokumenty poskytují.

Cílem této tematické hodiny je užití matematiky v praktickém životě a reálných situacích, posílení kritického myšlení, napomoci dílčímu a následně celkovému upevnění již nabytých znalostí, rozvoji víry ve vlastní myšlení a schopnosti udělat si na věc vlastní názor. Z pohledu environmentálního hodina podporuje zájem o to, co se děje s životním prostředím,

napomáhá pochopení komplexnosti vztahu člověka a prostředí, seznamuje žáky s globálními problémy, dopomáhá k nalezení strategie řešení a motivovuje k aktivnímu zapojení se do ochrany přírody kolem nás.

Hodina je navržena pro žáky druhého období ZŠ, spíše pro 5. ročník, ale je možné si hodinu pocitově upravit a předělat, aby vyhovovala každému pedagogovi a jeho žákům na míru podle jejich schopností a dovedností. Poslední ročník prvního stupně jsem vybrala jako cílovou skupinu hlavně proto, aby byla největší šance k porozumění environmentálnímu problému, ztotožnění se a zvýšení odhodlání k proenvironmentálnímu jednání. Navíc v posledním ročníku je největší rozmanitost úloh, které se dají v hodině použít.

Hodinu může pedagog zařadit například jako opakovací, protože shrnuje většinu učiva za první i druhé období prvního stupně základní školy. Nebo se hodina dá použít jako netypická příprava na přijímací zkoušky díky tomu, že početní část je typově inspirována úlohami z didaktických testů z minulých let od společnosti Cermat pro osmiletá gymnázia.

V úlohách se žák setká s problematikou zlomků, procent, s přímou úměrností, násobením, dělením, sčítáním i odčítáním desetinných čísel, zaokrouhlováním, převodem jednotek, s prací s daty v tabulce, porovnáváním hodnot a orientací v grafu.

2.1.1 Struktura a náplň vyučovací hodiny

Hodina začíná počáteční motivací, která slouží k uvedení do tématu, připomenutí základních informací o vodě, o jejím rozložení na planetě a přístupu k ní. V mé vzorové motivaci pedagog začíná s jednoduchými podnětnými otázkami k dětem na přemýšlení o tom, kolik je na světě vody, proč ji potřebujeme, jestli je jí dost, jestli je nám všechna užitečná a jaké problémy nakládání s vodou může způsobovat. Děti na většinu určitě budou znát odpověď a pedagog tak pohodlně žáky nasměruje k poznání, že hlavní problémy s pitnou vodou jsou její nedostatek, znečištění a plýtvání, kterým se věnují následující početní bloky.

V první příkladové části nesoucí název „O nedostatku pitné vody“, která obsahuje pět úloh, si žák pomocí vlastních výpočtů zjistí základní informace o vodě jako například kolik je jí na Zemi k dispozici a jak je komu přístupná. Ve druhé části pojmenované

„O znečištění vodních toků“ se žák opět v pěti úlohách dozví o tom, kolika různými způsoby a jak nejen člověk dokáže vodu znečistit. Tyto první dvě části mají plnit funkci informační a motivační. Oproti tomu poslední část „O spotřebě vody a jak ji snížit“ je nástroj k nalezení cesty, jak sám přispět ke konkrétnímu zlepšení. Třetí část také obsahuje pět úloh.

2.1.2 Motivace

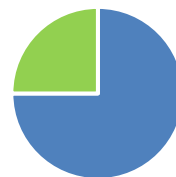
Tipnete si, **jak dlouho dokáže člověk vydržet bez vody?** Člověk nevydrží bez vody více než 7 dní (National Geographic ČR, 2018). **Proč vodu vlastně tolik potřebujeme?** Voda tělo hydratuje a pohání všechny orgány. Naše tělo je až z 60 % tvořeno pouze vodou (Saltmarsh, 2001). Voda ale není jen na pití. **Kde ještě člověk využívá vodu?** Vodou dokážeme vyrobit energii, zavlažujeme jí půdu, abychom vypěstovali potraviny, které potom jíme, ve vodě se koupeme, vaříme a spoustu dalšího. Voda je tedy nutná k životu na Zemi. Když ji ale tolik potřebujeme, **je jí dost?** Voda je tzv. obnovitelný zdroj, tedy se přirozeně obnovuje. Problém ale je, že 97 % veškeré vody je voda slaná (REGION, 2012). **Vystačíme si pro život s vodou slanou? Můžeme ji pít?** (zkusíme se k odpovědi dostat přes vlastní zkušenosti od moře, suché rty, suchá pokožka, dehydratace) **Co se stane, když slanou vodou zalijeme záhon? Vyroste něco?** (je možné zařadit příběh o posolení Kartága (viz Sommer, 2020)) **Kterou vodu my tedy potřebujeme?** Člověk ke každodennímu životu využívá vodu sladkou, kterou najdeme ve studni, řece, rybníce, vodní nádrži a v dalších zdrojích. **Zvládli byste vymyslet, jaké problémy s takovými zdroji vody mohou na Zemi nastat.** Nedostatek pitné vody, znečištění vodních toků a plýtvání vodou.

2.1.3 O nedostatku pitné vody

O ploše oceánů

Zadání: Na grafu je modře vyznačena plocha oceánů na Zemi a zeleně souš. Popiš plochu vody na Zemi

- pomocí zlomku.
- pomocí procent.



Vzorové řešení:



Odpověď:

a. $\frac{3}{4}$

b. 75 %

O sladké vodě

Zadání: Slané vody je tedy dost. My ale víme, že slaná voda vhodná na pití není. Celkově je na Zemi 1 340 milionů km³ vody (Holý, 2013). Voda sladká představuje pouze 3 % z vody na Zemi. Kolik milionů km³ to je? Zaokrouhli na desetiny.

Vzorové řešení:

$$100 \% \dots\dots\dots 1\ 340 \text{ mil. km}^3$$

$$1 \% \dots\dots\dots 1340 : 100 = 13,4 \text{ mil. km}^3$$

$$3 \% \dots\dots\dots 13,4 \cdot 3 = 40,2 \text{ mil. km}^3$$

Odpověď: Sladké vody je na Zemi 40,2 milionů km³.

O přístupu pitné vody

Zadání: Každý třetí člověk na světě nemá přístup k bezpečné pitné vodě (UNICEF, 2020). V přepočtu je to asi 2,6 miliard lidí. V Praze bydlí 1,3 milionu lidí. Kolik takových Prah by lidé bez bezpečné pitné vody naplnili?

Vzorové řešení:

$$2,6 \text{ miliard je rovno } 2,6 \cdot 1000 = 2\ 600 \text{ milionů}$$

$$2600 : 1,3 = 2000$$

Odpověď: Lidé bez pitné vody by naplnili 2 000 Prah.

Telefon nebo záchod?

Zadáni: Na světě je 8 miliard lidí. 85 % z nich vlastní mobilní telefon (Taylor, 2023). Toaletu vlastní 5,44 miliard lidí (Linshi, 2015). O kolik lidí více vlastní mobilní telefon než toaletu?

Vzorové řešení:

100 %.....8 miliard

1 %..... $8 : 100 = 0,08$ miliard

85 %..... $0,08 \cdot 85 = 6,8$ miliard

$$6,8 - 5,44 = 1,36$$

Odpověď: Mobilní telefon vlastní o 1,36 miliard lidí více než toaletu.

O reálných dopadech nedostatku a znečištění vody

Zadáni: Každých 20 vteřin umře 1 dítě na nedostatek či znečištění vody (REGION, 2012).

Kolik to znamená zbytečných úmrtí za den?

Vzorové řešení:

20 vteřin se do 1 minuty vejde 3krát.

1 minuta se do hodiny vejde 60krát.

1 hodina se do dne vejde 24krát.

$$1 \cdot 3 \cdot 60 \cdot 24 = 4\,320$$

Odpověď: Za den zbytečně umře 4 320 dětí.

2.1.4 O znečištění vodních toků

O ztroskotání lodi a vodě

Zadáni: V moři už ztroskotala nejedna loď. Co se ale stane, když taková loď převáží stovky tun toxického nákladu? V roce 1967 u Sicilských ostrovů havaroval tanker Torrey Canyon, který se v půli přelomil a celý jeho náklad se vylil do moře. Loď převážela 120 000 t ropy (Tomáš, 2022). Kolik je to kg ropy? A v kolika barelech takové množství ropy převáželi, pokud se do jednoho barelu vejde 125 kg ropy?

Vzorové řešení:

$$120\,000\text{ t} = 120\,000\,000\text{ kg}$$

$$120\,000\,000 : 125 = 960\,000$$

Odpověď: 120 000 t ropy je 120 000 000 kg ropy a tanker ji převážel v 960 000 barelech.

O ztroskotání lodi a zvířatech

Zadáni: Lodní katastrofy nemusí mít vliv pouze na kvalitu vody. V roce 1989 ztroskotala loď Exxon-Valdez, při níž zahynulo 3 000 vyder, dvanáctkrát více vodních ptáků a dvacetkrát méně orlů (REGION, 2012). Kolik zvířat dohromady při havárii zahynulo?

Vzorové řešení:

$$\text{vydry} \dots\dots\dots 3\,000$$

$$\text{vodní ptáci} \dots\dots\dots 3\,000 \cdot 12 = 36\,000$$

$$\text{orlové} \dots\dots\dots 3\,000 : 20 = 150$$

$$3\,000 + 36\,000 + 150 = 39\,150$$

Odpověď: Při havárii zahynulo celkem 39 150 zvířat.

O kvalitě koupacích vod

Zadáni: Aby byla voda označena za znečištěnou, nemusí v ní být přítomny žádné toxické látky. Někdy stačí, když je větší teplo a ve vodě se přemnoží všemožné bakterie nebo sinice a už je voda nevhodná třeba jen ke koupání, natož k pití. V tabulce máte zaneseny informace o kvalitě vody čtyř oblíbených koupacích míst za posledních pět let. 1 znamená nejlepší kvalita, 5 nejhorší kvalita a 0 neměřeno.

	2017	2018	2019	2020	2021	2022
LIPNO	2	3	2	3	3	3
MÁCHOVO JEZERO	2	3	3	3	2	3
ŠEBERÁK	5	4	0	2	3	2
NOVÉ MLÝNY	1	2	1	1	1	1

Zdroj: (ÚZIS ČR, 2022)

Pomocí tabulky najdete odpovědi na otázky

- a. Kde by bylo nejrozumnější se koupat v roce 2019?
- b. Na jakých koupalištích se kvalita vody od roku 2020 nezhoršovala?
- c. Kde se po pěti letech kvalita vody zlepšila?
- d. Které dvě koupací plochy se shodují kvalitou vody v nejvíce letech?

Vzorové řešení:

a.

Nejlepší známku kvality vody v roce 2019 dostaly Nové Mlýny. Lipno i Máchovo jezero dostaly známku horší a v Šeberáku se kvalita neměřila, tudíž nemůžeme o kvalitě rozhodnout.

	2019
LIPNO	2
MÁCHOVO JEZERO	3
ŠEBERÁK	0
NOVÉ MLÝNY	1

Odpověď: Nejrozumnější by bylo se v roce 2019 koupat v Nových Mlýnech.

b.

Na Lipně se kvalita vody neměnila, tedy se ani nezhoršila. V Máchově jezeře se z roku 2021 na rok 2022 kvalita vody snížila o jeden stupeň. Voda v Šeberáku se také zhoršila, a to z roku 2020 na rok 2021. Voda v Nových Mlýnech měla stále stejnou kvalitu, tedy se nezhoršovala.

Odpověď: Voda se nezhoršovala od roku 2020 na koupalištích Lipno a Nové Mlýny.

c.

Voda v Lipně se po pěti letech o stupeň zhoršila. Stejně je tomu tak i u vody v Máchově jezeře. Voda v Šeberáku dostala po pěti letech o tři stupně vyšší známku kvality vody, tedy se zlepšila. Voda v Nových mlýnech byla stále stejně kvalitní, tedy její kvalita se nezlepšila.

	2017	2022
LIPNO	2	3
MÁCHOVO JEZERO	2	3
ŠEBERÁK	5	2
NOVÉ MLÝNY	1	1

Odpověď: Kvalita vody se po pěti letech zlepšila pouze v koupališti Šeberák.

d.

Lipno a Máchovo jezero se kvalitou vody shodují ve čtyřech letech. Více už se žádná dvojice koupacích ploch neshoduje.

Odpověď: V nejvíce letech se shodují koupací plochy Lipno a Máchovo jezero.

O znečištění vrtu Skalička

Zadáni: Aby zemědělci vypěstovali více plodin, musí pole hnojit. Když pak zaprší, zbytky hnojiv se spláchnou nebo vsáknou do vod, ze kterých se mohou dostat až do kohoutků u vás doma. I když Ministerstvo zdravotnictví zavedlo, kolik látek z hnojiv se maximálně může v pitné vodě objevit, aby byla zdravotně nezávadná, existují případy, kde se limity překročily.

Například v obci Skalička u Hradce Králové naměřili v jednom litru pitné vody 28,3 mikrogramů toxických látek z hnojiv (Rotter, 2022). Ministerstvo zdravotnictví povoluje v jednom litru pouze 0,5 mikrogramů (*Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody*, 2004). O kolik mikrogramů byly limity překročeny?

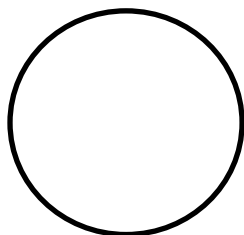
Vzorové řešení:

$$28,3 - 0,5 = 27,8$$

Odpověď: Limity byly překročeny o 27,8 mikrogramů.

O školách bez pitné vody

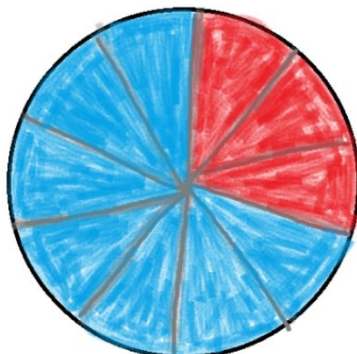
Zadáni: Když ti ve škole dojde pití, stačí si dojít k umyvadlu a vodu si doplnit. Ve světě ale téměř 30 % škol nemá bezproblémový přístup k čisté vodě (WHO/UNICEF, 2022). Vybarvi v koláčovém grafu modře část, která reprezentuje školy, které přístup k čisté vodě mají, a červeně ty, které ho nemají.



Vzorové řešení:

Rozdělíme kruh na deset stejných částí. Tři vybarvíme červeně a sedm modře.

Odpověď:



2.1.5 O spotřebě vody a jak ji snížit

O spotřebě vody při sprchování

Zadání: Napuštěním jedné vany spotřebujeme 125 l vody. Kolik litrů vody ušetříme, pokud si místo vany dáme 5 min sprchu? Sprchou proteče za 1 minutu 12 l vody.

Vzorové řešení:

1 minuta.....12 l vody

5 minut..... $12 \cdot 5 = 60$ l vody

$$125 - 60 = 65$$

Odpověď: Ušetříme 65 l vody.

O spotřebě vody při čištění zubů

Zadání: Za 1 h proteče kohoutkem 720 l vody. Kolik vody proteče, pokud si 2 min čistím zuby a

- vůbec nevypnu vodu?
- pokud pustím kohoutek 10 vteřin na začátku čištění pro namočení kartáčku a 10 vteřin na konci čištění pro vypláchnutí úst?

Zkus navrhnout ještě lepší řešení.

Vzorové řešení:

a.

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} \dots\dots\dots 720 \text{ l}$$

$$2 \text{ min} \dots\dots\dots 720 : 30 = 24 \text{ l}$$

Odpověď: Pokud vodu nevypneme, proteče 24 l vody

b.

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} \dots\dots\dots 720 \text{ l}$$

$$1 \text{ min} = 60 \text{ s} \dots\dots\dots 720 : 60 = 12 \text{ l}$$

$$20 \text{ s} \dots\dots\dots 12 : 3 = 4 \text{ l}$$

Odpověď: Pokud vodu zapneme 10 vteřin na začátku a 10 vteřin na konci, protečou 4 l vody.

Lepší řešení by mohlo být napustit si vodu do kelímku, v tom si kartáček namočit, a i si s ním vypláchnout pusku.

O spotřebě vody při mytí nádobí

Zadání: Zhodnoťte, jestli je lepší mýt nádobí

- a. ve dřezu, do kterého se vejde 35 l vody a na mytí nádobí ho potřebujeme naplnit alespoň do 3/7?
- b. pod tekoucí vodou 10 minut, když kohoutkem proteče za hodinu 720 l?
- c. v myčce, která na 1/3 mytí spotřebuje 4 l vody?
- d. Seřad'te způsoby mytí nádobí od nejméně úsporného, po nejvíce úsporné.

Vzorové řešení:

a.

$$7 \text{ sedmin} \dots\dots\dots 35 \text{ l vody}$$

$$1 \text{ sedmina} \dots\dots\dots 35 : 7 = 6 \text{ l vody}$$

$$3 \text{ sedminy} \dots\dots\dots 6 \cdot 3 = 18 \text{ l vody}$$

b.

$$1 \text{ h} = 60 \text{ min} \dots\dots\dots 720 \text{ l}$$

$$10 \text{ min} \dots\dots\dots 720 : 6 = 120 \text{ l}$$

c.

$$1 \text{ třetina} \dots\dots\dots 4 \text{ l vody}$$

$$3 \text{ třetiny} \dots\dots\dots 4 \cdot 3 = 12 \text{ l vody}$$

d.

$$120 \text{ l} > 18 \text{ l} > 12 \text{ l}$$

Odpověď: V naplněném dřezu spotřebujeme 18 l vody. V dřezu pod tekoucí vodou spotřebujeme 120 l vody. V myčce se spotřebuje 12 l vody. Nejméně úsporné je mytí ve dřezu pod tekoucí vodou, potom v naplněném dřezu a nejvíce úsporné je mít v myčce.

O denní spotřebě vody

ČINNOST	SPOTŘEBA VODY (l)
koupelel	125
sprchování	60
WC (malé spláchnutí/velké spláchnutí)	3/6
vaření (jeden plný hrnec)	5
mytí nádobí (myčka/v ruce)	12/50
praní v pračce	45
mytí rukou	3
čištění zubů	4
pítí	2

Zdroj: (Kraus, 2022; REGION, 2012)

Zadání: Vzpomeňte si na včerejší den a zkuste si vybavit svoje aktivity. V tabulce máte údaje o tom, kolik vody spotřebujete určitou běžnou denní činností. Pokuste si vzpomenout, kolikrát jste činnost vykonali, a spočítejte si svoji vlastní spotřebu vody za den.

Vzorové řešení:

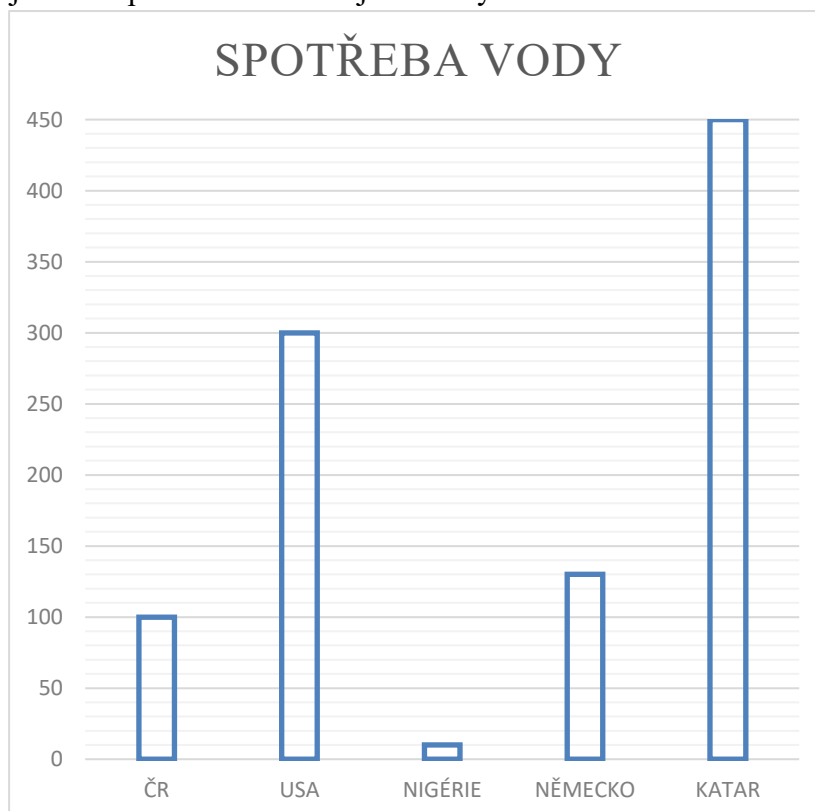
Včera jsem se jednou sprchovala, byla jsem šestkrát na WC, přičemž jsem pětkrát použila malé spláchnutí a jednou spláchnutí velké, k obědu jsem vařila v plném hrnci špagety, dala jsem si vyprat jednu pračku, myla jsem si devětkrát ruce, dvakrát si čistila zuby a vypila jsem 2 l vody.

$$\text{Dohromady } 1 \cdot 60 + 5 \cdot 3 + 1 \cdot 6 + 1 \cdot 5 + 1 \cdot 45 + 9 \cdot 3 + 2 \cdot 4 + 1 \cdot 2 = 168$$

Odpověď: Moje denní spotřeba dnes byla 168 l.

O denní spotřebě v různých zemích

Zadání: Na grafu vidíte spotřebu vody v litrech na jednoho člověka v různých zemích světa. Pomocí grafu zjistěte odpovědi na následující otázky.



Zdroj: (REGION, 2012; Suleiman, 2022; Wunsch, 2022)

- a. Najdi dva státy, pro které platí, že jeden je 1,5násobek druhého.
- b. Spotřeba vody na jednu osobu v ČR odpovídá deseti třináctinám spotřeby v jakém státě?
- c. Kolikrát větší je spotřeba v Kataru oproti Nigérii?
- d. O kolik více vody spotřebuje tříčlenná rodina z Německa za jeden týden oproti tříčlenné rodině z ČR za jeden týden?

Vzorové řešení:

Spotřeba ČR je 100 l, v USA 300 l, v Nigérii 10 l, v Německu 130 l a v Kataru 450 l.

a.

USA má potřebu 300 l.

$$300 \cdot 1,5 = 450$$

450 l má spotřebu Katar.

Odpověď: Spotřeba v Kataru je 1,5násobek spotřeby v USA.

b.

$$10 \text{ třináctin} \dots\dots\dots 100 \text{ l}$$

$$1 \text{ třináctina} \dots\dots\dots 100 : 10 = 10 \text{ l}$$

$$13 \text{ třináctin} \dots\dots\dots 10 \cdot 13 = 130 \text{ l}$$

Odpověď: Spotřeba ČR odpovídá deseti třináctinám spotřebě v Německu.

c.

$$450 : 10 = 45$$

Odpověď: Spotřeba v Kataru je 45krát větší než spotřeba v Nigérii.

d.

Německo:

$$\text{tříčlenná rodina za jeden den} \dots\dots\dots 130 \cdot 3 = 390 \text{ l}$$

$$\text{tříčlenná rodina za týden} \dots\dots\dots 390 \cdot 7 = 2\,730 \text{ l}$$

ČR:

tříčlenná rodina za jeden den..... $100 \cdot 3 = 300 \text{ l}$

tříčlenná rodina za týden..... $300 \cdot 7 = 2\,100 \text{ l}$

$$2\,730 - 2\,100 = 630$$

Odpověď: Rodina z Německa za týden spotřebuje o 630 l vody více než rodina z ČR.

2.2 Hodina matematiky pro druhý stupeň ZŠ na téma odpady

V RVP se mimo jiné jako jeden z cílů základního vzdělávání vymezuje připravit žáka k tomu být zodpovědná osoba uplatňující svá práva a také naplňující své povinnosti (2021b). Hodina navržená pro druhý stupeň základní školy cílí právě na již zmiňovaná práva a povinnosti občana planety Země. Konkrétně na právo využívat přírodní zdroje, těžit z nich, a povinnosti přírodu chránit a také zachovat pro budoucí generace. Téma hodiny jsem volila tak, aby pro žáky, kteří hodinu absolvují, bylo blízké, dokázali si ho propojit s konkrétními běžnými denními činnostmi, které sami vykonávají, a navíc aby poznatky z hodiny mohli žáci opravdu využít v reálném životě. Hodinu jsem se rozhodla věnovat problematice odpadů.

Dnes lidstvo vyprodukuje tolik odpadu, že z něj v oceánu vznikají obrovská souostroví, denně umírají tisíce živočichů, protože si odpad spletou s potravou, skládky se nekontrolovatelně zvětšují a za chvíli nás odpad, který vytváříme, zavalí. Množství odpadu, který produkujeme, je sice problém, který se už státy snaží aktivně řešit, ale i přesto je stále jedním z největších světových problémů a budoucí generace by o něm měly slyšet více. Odpad produkuje každý, tedy i každý pedagog a žák. Právě proto jsem usoudila, že toto téma bude to pravé pro propojení s matematikou na druhém stupni základní školy. Pokud navíc se mé záměry s hodinou naplní, bude pedagog i žák z konce hodiny odcházet obohacen o znalosti a nástroje, jak být více odpovědný občan planety, který ví, jaké nebezpečí dnešní nadměra produkce odpadu reprezentuje, co s tím já osobně můžu dělat a jaký to má smysl.

V úlohách se čtenář setká s problematikou metrických úloh v rovině i v prostoru, přímou úměrností, procenty, zlomky, převody jednotek, se slovními úlohami řešenými rovnicí a statistikou.

Hodina je navržena přednostně pro žáky 9. ročníku druhého stupně základní školy, kteří by už měli mít veškerou látku, kterou hodina vyžaduje, probranou. Proto hodinu může pedagog zařadit do učebního plánu například jako opakovací na konci roku nebo před přijímacími zkouškami, jelikož některé úlohy jsou typově inspirované přijímacími zkouškami z minulých let od Cermatu pro čtyřleté obory.

2.2.1 Struktura a náplň vyučovací hodiny

Struktura hodiny je postavena na počáteční motivaci a následných dvou početních blocích. Počáteční motivace slouží jako úvod do situace odpadů, připomenutí základních již nabytých znalostí i z jiných předmětů jako například přírodopis (MŠMT, 2021b) nebo environmentální výchova (MŠMT, 2021b). V mém vzorovém motivačním úvodu se snažím k dané problematice dostat kladením podněcujících otázek (zvýrazněny tučně). Konkrétněji se k teorii o odpadech, které jako lidstvo produkujeme, dostávám přes porovnání s přírodou, která veškerý odpad, který vyprodukuje, vrací zpět do oběhu tím, že ho znovu využije. Vytvářím tak kontrast v tom, jak s odpadem nakládáme my oproti přírodě, a nenápadně podsouvám žákům vzor ve formě existujícího a k tomu fungujícího systému, kterým se dá inspirovat. Má vzorová motivace nepředkládá ale jen cestu znovuvyužití odpadu, pedagog by v ní pomocí diskuse žáky měl nepřímou dovést i k myšlence snižování odpadu až k ideologii nulového odpadu a udržitelnosti.

Po uvedení do tématu následuje první početní blok nesoucí název „O množství odpadu“. Blok obsahuje šest komplexních úloh, jejichž správným řešením žák obdrží informace, jako kolik doopravdy vytváříme jako společnost odpadu, kde ho můžeme najít, z čeho všeho odpad vytváříme, jestli vytvořit odpad je vždy nutnost. Cíl celého bloku je, aby si žák uvědomil vážnost situace pomocí svých vlastních výpočtů.

Druhý početní blok s názvem „O tom, že starat se o planetu, má smysl“ staví na pochopení vážnosti situace z prvního bloku. Žák zde nalezne opět šest úloh, které mu ukážou, že kroky, které se společnost snaží dělat pro zmenšení množství odpadu, mají opravdu význam a dozvedí se také, jaký konkrétně. V úlohách jsem zachytila například klasické metody zpracování odpadů, jako je recyklace plastu a papíru, a podala je žákům z trochu jiného pohledu, aby viděli i ta propojení, o kterých se zas tak často nemluví. Zařadila jsem také úlohy, které poukazují na reálné úspěšné strategie ze světa, které vedly

ke snížení množství odpadu, a úlohy, které vedou žáky k zamyšlení nad běžnými činnostmi a více či méně šetrným nutným odpadem.

2.2.2 Motivace

Co se v přírodě stane s tělem živočicha po tom, co umře? Buď mršinu sní jiné zvíře nebo je rozložena tzv. rozkladači, což jsou různé bakterie nebo houby. Veškerý odpad přírody je tedy také přírodou znovu využit. **Co se stane s plechovkou od limonády, když ji dopijete?** Vyhodíte ji do koše. **Kam jde dál z toho koše?** Může skončit na různých místech. Buď je to skládka, tzv. černá skládka nebo spalovna. Skládka je místo, kde se úmyslně skladuje odpad, a je pro to také uzpůsobena vrstvou jílu, která nedovolí toxickým látkám vsáknout se do půdy. Černá skládka je místo, kde se skladují odpady nelegálně a místo pro to není dostatečně uzpůsobeno. Spalovna je místo, kde se odpady spálí a vzniklé teplo se ve formě energie dále využije. **Jaké nevýhody z takového skladování odpadu vyplývají?** Skládky mají omezenou kapacitu a až nám jednou dojde prostor, kde odpad budeme skladovat? Navíc skládky čelí častým požárům, které uvolňují toxické látky do ovzduší a tím značně znečišťují vzduch. Černé skládky ještě k tomu nejsou chráněny proti prosakování látek z odpadu do půdy. Z půdy se pak mohou dostat až do podzemních vod a znečistit pitnou vodu. Spalovny se snaží alespoň nějakou formou odpady dále využít. Spálení šetří místo a energie se dá dále využít. Popel ze spálenin je ale stále potřeba uskladnit a končí také na skládce. Látky, které se z odpadu spálením uvolňují, pak putují do ovzduší i přes účinné filtry. **Jak vyřešit problém s nadbytkem odpadu a jeho uskladněním?** Nejlepší by bylo, aby lidstvo žádný odpad neprodukovalo. To znamená dokázat vše znovu zužítkovat, o což už se lidé pokouší například formou recyklace plastů, papíru, kompostování apod. Umět ale zrecyklovat vše je buď daleká budoucnost nebo utopie. Jako mezikrok při cestě za nulovým odpadem by bylo vhodné propojit znovuvyužití materiálů s myšlenkou udržitelnosti, čímž se procento odpadu sníží. Tedy používat kvalitní věci, které vydrží co nejdéle, a až doslouží, budou se dát znovu zpracovat.

2.2.3 O množství odpadu

Za jak dlouho naplníme odpadem Bukurešťský parlament?

Zadáni: Průměrný Čech za rok vyprodukuje 562 kg odpadu (MŽP, 2021b). Nejtěžší budova světa je Bukurešťský parlament, který váží 700 000 t. Za kolik dní by Česká republika vyprodukovala odpad stejné váhy?

Vzorové řešení:

$$700\,000\,t = 700\,000\,000\,kg$$

$$1\,občan\,za\,rok \dots\dots\dots 562\,kg$$

$$1\,občan\,za\,jeden\,den \dots\dots\dots 562 : 365 = 1,54\,kg$$

$$10\,500\,000\,občanů\,za\,jeden\,den \dots\dots\dots 1,54 \cdot 10\,500\,000 = 16\,167\,123,3\,kg$$

$$700\,000\,000 : 16\,167\,123,3 = 43,3$$

Odpověď: Česká republika by odpad stejné váhy vyprodukovala za necelých 44 dní.

Bonbony nebo obal?

Zadáni: Pokud si v obchodě koupíte 5 pytlíků s bonbony za 30 korun, celých 24 korun z ceny nákupu zaplatíte pouze za obaly produktů (SIEGL s.r.o., 2017). Kolik procent z ceny jednoho sáčku bonbonů jde pouze na obal produktu? Jak takovým zbytečným výdajům a opadům předejít?

Vzorové řešení:

$$5\,pytlíků\,s\,bonbony \dots\dots\dots 30 \cdot 5 = 150\,Kč$$

$$100\% \dots\dots\dots 150\,Kč$$

$$1\% \dots\dots\dots 150 : 100 = 1,5\,Kč$$

$$24 : 1,5 = 16\% \dots\dots\dots 24\,Kč$$

Odpověď: Z ceny jednoho sáčku bonbonů jde 16 % na obal. Takovým výdajům by se dalo předejít například nakupováním v bezobalových obchodech nebo nošením si vlastních nádob na uschovávání potravin.

O ostrově odpadu

Zadání: Je obecně známo, že oceán je plný odpadu. Věděli jste ale, že odpadu je tolik, že má tendenci se v oceánu sdružovat v celky? Jeden z největších shluků v Tichém oceánu, tzv. Velká tichomořská odpadová skvrna, tvoří ostrov z nahromaděného odpadu, který se každým dnem zvětšuje. V roce 2018 měl rozlohu 1,5 milionu km² (Karlík, 2021). Česká republika disponuje rozlohou 78 867 km² (ČSÚ, 2003). Zjistěte kolikrát by se do ostrova odpadů v roce 2018 Česká republika vešla.

Vzorové řešení:

$$1\,500\,000 : 78\,867 = 19,02$$

Odpověď: Do ostrova odpadů by se v roce 2018 Česká republika rozlohou vešla devatenáctkrát.

Bazén ropy

Zadání: Každou minutu se na světě nakoupí 1 milion PET lahví (ČT 24, 2018). Na výrobu jedné PET lahve se spotřebuje 100 ml ropy (Ledvina, 2011). Kolik plaveckých bazénů o rozměrech 25 m, 16,5 m a 1,8 m by spotřebovaná ropa naplnila za $\frac{1}{8}$ dne?

Vzorové řešení:

$$8 \text{ osmin dne} \dots\dots\dots 24 \text{ h}$$

$$1 \text{ osmina dne} \dots\dots\dots 24 : 8 = 3 \text{ h}$$

$$3 \text{ h} = 180 \text{ min}$$

$$1 \text{ min} \dots\dots\dots 1 \text{ milion lahví}$$

$$180 \text{ min} \dots\dots\dots 180 \text{ milionů lahví}$$

$$180 \text{ milionů lahví} \dots\dots\dots 180\,000\,000 \cdot 0,1 = 18\,000\,000 \text{ l ropy}$$

$$V_{\text{bazén}} = a \cdot b \cdot c = 25 \cdot 16,5 \cdot 1,8 = 742,5 \text{ m}^3 = 742\,500 \text{ dm}^3$$

$$18\,000\,000 : 742\,500 = 24,24$$

Odpověď: Spotřebovaná ropa by za $\frac{1}{8}$ dne naplnila 24,24 bazénů.

O těch, co netřídí odpad

Zadání: Na území České republiky k dispozici 413 089 kontejnerů na třídění odpadu. Díky takovému množství má možnost třídít odpad 99 % obyvatel. Přesto v ČR třídí odpad jen 73 % populace (Samosebou.cz, 2019). Zjistěte, kolik obyvatel ČR stále netřídí odpad, a porovnejte výsledek s počtem obyvatel Prahy. Počet obyvatel ČR je 10,5 milionu (ČSÚ, 2021) a obyvatel Prahy 1,3 milionu (ČSÚ, 2022).

Vzorové řešení:

100 %.....10 500 000 lidí

1 %.....10 500 000 : 100 = 105 000 lidí

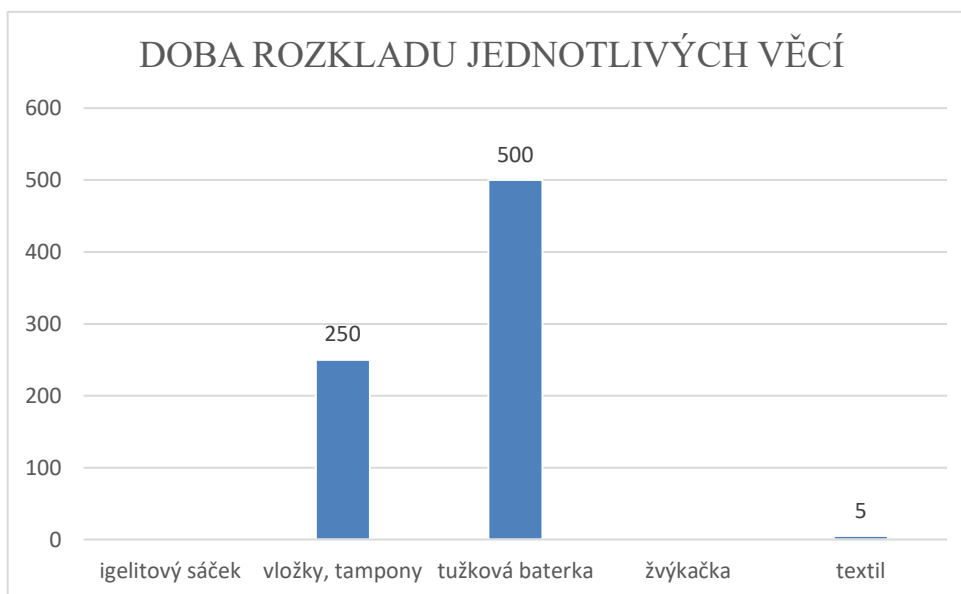
27 %.....105 000 · 27 = 2 835 000 lidí

$2\,835\,000 : 1\,300\,000 = 2,18$

Odpověď: V ČR stále netřídí odpad 2 835 000 lidí. Tolik lidí by skoro šestkrát naplnilo celou Prahu.

O tom, jak dlouho se odpad rozkládá

Zadání: Pomocí grafu naleznete odpovědi na následující otázky.



Zdroj: (Samosebou.cz, 2023)

- a. Nalezněte dobu rozkladu igelitového sáčku a žvýkačky, pokud víte, že igelitový sáček se rozkládá o 50 % kratší dobu než žvýkačka a součet dvojnásobku doby rozkladu igelitového sáčku s čtyřnásobkem doby rozkladu žvýkačky se rovná době rozkladu vložky/tamponu.
- b. Zakreslete vypočítané hodnoty do grafu.
- c. Je pravda, že najdu v grafu takovou dobu rozkladu, aby doba rozkladu žvýkačky byla její $\frac{1}{5}$, 10 %, 0,5násobek a aby doba rozkladu žvýkačky byla větší díl v poměru 10:1?

Vzorové řešení:

a.

žvýkačka..... x

igelitový sáček..... $\frac{x}{2}$

$$2 \cdot \frac{x}{2} + 4 \cdot x = 250$$

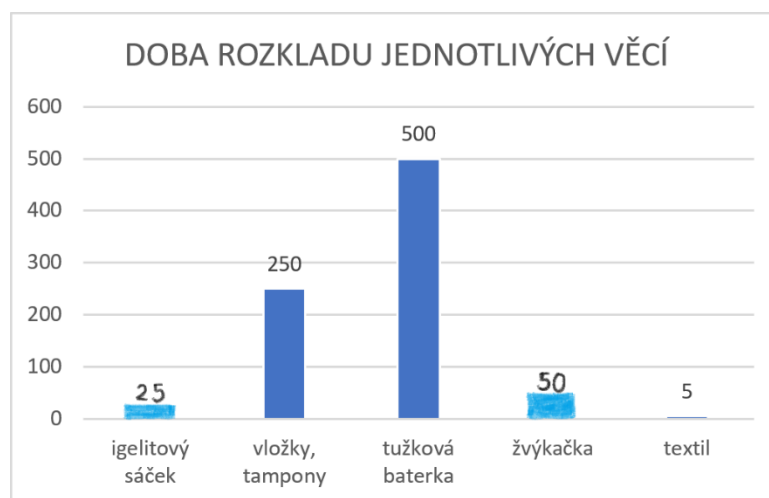
$$x + 4x = 250$$

$$5x = 250$$

$$x = 50$$

Odpověď: Doba rozkladu žvýkačky je 50 let a doba rozkladu igelitového sáčku je 25 let.

b.



c.

1 pětina.....50 let

5 pětín..... $5 \cdot 50 = 250$ let

ANO

10 %.....50 let

100 %..... $10 \cdot 50 = 500$ let

ANO

0,5násobek.....50 let

1násobek..... $50 \cdot 2 = 100$ let

NE

10 dílů.....50 let

1 díl $50 : 10 = 5$ let

ANO

Odpověď: Doba rozkladu žvýkačky je $\frac{1}{5}$ doby rozkladu vložky nebo tamponu, 10 % z doby rozkladu tužkové baterie a 10:1 dílu s dobou rozkladu textilu. Na to, aby doba rozkladu žvýkačky byla 0,5násobek nesedí žádná doba rozkladu.

2.2.4 O tom, že starat se o planetu, má smysl

Jak dlouho můžeme jezdit, když budeme třídit?

Zadáni: Už víme, že na výrobu plastů se spotřebovává ropa. Pokud plast nebudeme vyrábět, ale jen recyklovat, dokážeme ropu ušetřit.

Například recyklací 1 t plastu ušetříme až 75,7 hl benzínu (Víte/nevíte?, 2023). V oceánu je 150 milionů tun plastu (EU, 2021). Představte si, že bychom všichni tento plast vylovili, zrecyklovali a ušetřený benzín využili. Na jak dlouho postačí ušetřený benzín všem osobním autům v České republice? Předpokládejme, že každé auto průměrně ujede 20 km za den

a spotřeba je 6 l na 100 km. V ČR je registrováno 6 425 417 osobních automobilů (SDA, 2023).

Vzorové řešení:

1 auto na 100 km.....6 l

1 auto na 20 km..... $6 : 5 = 1,2$ l

6 425 417 aut na 20 km..... $1,2 \cdot 6\,425\,417 = 7\,710\,500,4$ l

1 t plastu.....75,7hl

150 000 000 t plastu..... $75,7 \cdot 150\,000\,000 = 11\,355\,000\,000$ hl

11 355 000 000 hl = 1 135 500 000 000 l

$1\,135\,500\,000\,000 : 7\,710\,500,4 = 147\,266,7$

$147\,266,7 : 365 = 403,5$

Odpověď: Benzín ušetřený z recyklace by vystačil všem autům v ČR na necelých 404 let.

O tom, jak se s odpadem vypořádali v Rheingau-Taunus-Kreis

Zadání: Pojdme se seznámit s pozitivními příklady z praxe ze zahraničí. V Německu v okrese Rheingau-Taunus-Kreis změnili v roce 1995 klasické jednorázové poplatky za odpad na poplatek za určitý objem odpadu. Jinými slovy čím méně odpadu domácnost v Rheingau-Taunus-Kreis za rok vyprodukuje, tím méně za něj zaplatí. Výsledky byly následující. V roce 1993 v tomto okrese bylo evidováno 211 kg komunálního odpadu na jednoho obyvatele za rok. V roce 2010 už na jednoho obyvatele za rok odpovídalo kilogramů 126 (Hessisches Ministerium für Umwelt Energie Landwirtschaft und Verbraucherschutz, 2011). Zjistěte, o kolik průměrně každý rok od roku 1993 do roku 2010 klesalo množství komunálního odpadu od roku 1993 do 2010.

Pokuste se vymyslet další opatření, která by mohla domácnosti motivovat k produkci méně odpadu.

Vzorové řešení:

$$17 \text{ let} \dots\dots\dots 211 - 126 = 85 \text{ kg}$$

$$\text{průměrně každý rok} \dots\dots\dots 85 : 17 = 5 \text{ kg}$$

Odpověď: Každý rok se průměrně snížilo množství odpadu o 5 kg.

O fastfashion

Zadáni: Koupíte si dvě trička. Jedno tričko z fastfashion obchodu vás stálo 200 korun. Tričko není z moc kvalitní látky, a tak ho po každém nošení musíte vyprat, aby nebylo cítit. Nekvalitní textil ale každým praním deformuje tvar trička a po desátém praní se z látky začne vytrácet i barva. Co nevidět vám někde častým praním praskne nitka a tričko je zničené. Dohromady jste ho na sobě měli 10x. Druhé tričko bylo ušité v ČR z kvalitní látky, zato ale dražší a zaplatili jste za něj 800 korun. Tričko je odolnější a nemusíte ho prát po každém nošení. Každý týden v průběhu jednoho roku ho alespoň jednou vynesete.

Vypočítejte, kolik vás obě trička stála v přepočtu na jedno nošení, a porovnejte. Zkuste přijít na další výhody, které koupě v přepočtu na jedno nošení levnějšího trička přináší pro životní prostředí.

Vzorové řešení:

Fastfashion tričko

$$10 \text{ nošení} \dots\dots\dots 200 \text{ Kč}$$

$$1 \text{ nošení} \dots\dots\dots 200 : 10 = 20 \text{ Kč}$$

Tričko z ČR

$$\text{jednou za týden celý rok} = 52 \text{ nošení}$$

$$52 \text{ nošení} \dots\dots\dots 800 \text{ Kč}$$

$$1 \text{ nošení} \dots\dots\dots 800 : 52 = 15,4 \text{ Kč}$$

$$20 - 15,4 = 4,6$$

Odpověď: Tričko šité v ČR vychází v přepočtu na jedno nošení o 4,6 Kč levnější. Výhodou mimo ušetřených financí je snížení textilního odpadu.

Jak PET lahví rozsvítit dům?

Zadáni: Recyklací jedné PET láhve dokážeme ušetřit tolik energie, kolik spotřebuje 60W žárovka pro tříhodinové svícení (Mabets, 2018). Zkuste vypočítat, kolik PET lahví vám stačí zrecyklovat na to, abyste po celou noc, od 20:00 do 5:00, mohli svítit v pětipokojovém bytě, v němž v každém pokoji je pouze jedna 60W žárovka.

Vzorové řešení:

od 20:00 do 5:00 je 9 h

1 žárovka.....3 h svícení.....1 láhev

5 žárovek.....3 h svícení.....5 lahví

5 žárovek.....9 h svícení.....15 lahví

Odpověď: Stačí nám zrecyklovat 15 lahví, abychom v pěti pokojích mohli celou noc svítit.

O tom, kolik lesa můžeme zachránit

Zadáni: Denně se prodá 126 761 výtisků novin Blesk (ABC ČR, 2022). Víme, že recyklací 1 t papíru namísto nové výroby dokážeme zachránit 24 stromů od pokácení (Mabets, 2018). Vypočtete, kolik stromů můžeme zachránit tím, že vytrídíme a následně zrecyklujeme všechny noviny Blesk, které se za týden prodají. Předpokládejte váhu jednoho kusu novin 50 g. Pokud na jeden strom připadne čtvercová plocha o délce strany 2 metry, kolik plochy lesa zachráníme?

Vzorové řešení:

1 den.....126 761 výtisků

7 dní.....126 761 · 7 = 887 327 výtisků

1 kus novin.....50 g

887 327 kusů novin.....50 · 887 327 = 44 366 350 g

44 366 350 g = 44,36635 t

1 t papíru.....24 stromů

44,36635 t papíru..... $24 \cdot 44,36635 = 1\,064,79$ stromů

1 strana čtverce.....2 m

$$S_{\blacksquare} = a^2 = 2^2 = 4 \text{ m}^2$$

1 strom.....4 m²

1 064,79 stromů $4 \cdot 1\,064,79 = 4\,259,17 \text{ m}^2$

Odpořd: Pokud bychom zrecyklovali všechny výtisky Blesku za týden, zachráníme přes 1 064 stromů a zároveň přes 4 259 m² lesa.

O tom, kolik odpadu produkují v různých zemích

Zadání: Podívejme se, jak jsme na tom v porovnání s našimi sousedy. Následující tabulka popisuje množství kg odpadu na osobu za daný rok. Kolonka „znovu využito“ nám říká, kolik vyprodukovaného odpadu daný stát znovu využije. Konkrétně do znovuvyužití patří recyklace, kompostování a spalování. Zbytek procent odpadu končí na skládkách.

	2005	2010	2015	2020	ZNOVU VYUŽITO
ČR	289	318	316	543	52 %
NĚMECKO	565	602	632	641	99 %
POLSKO	319	316	286	346	58 %
SLOVENSKO	273	319	329	478	39 %
RAKOUSKO	575	562	560	834	98 %

Zdroj: (EUROSTAT, 2023; Evropský parlament, 2023)

Pomocí tabulky zodpovězte následující otázky:

- Ve které zemi se v roce 2020 na skládku v přepočtu na jednu osobu dostalo nejvíce odpadu?
- Vyberte zemi, ve které se od roku 2005 do roku 2020 nejvíce zvýšila produkce odpadu.

Vzorové řešení:

a.

$$\text{ČR: } 523 \cdot 0,48 = 251,04 \text{ kg}$$

$$\text{NĚMECKO: } 641 \cdot 0,01 = 6,41 \text{ kg}$$

$$\text{POLSKO: } 346 \cdot 0,42 = 145,32 \text{ kg}$$

$$\text{SLOVENSKO: } 478 \cdot 0,61 = 291,58 \text{ kg}$$

$$\text{RAKOUSKO: } 834 \cdot 0,02 = 16,68 \text{ kg}$$

Odpověď: Nejvíce odpadu za rok 2020 se na skládky dostalo na Slovensku.

b.

$$\text{ČR: } 543 - 289 = 254 \text{ kg}$$

$$\text{NĚMECKO: } 641 - 565 = 76 \text{ kg}$$

$$\text{POLSKO: } 346 - 319 = 27 \text{ kg}$$

$$\text{SLOVENSKO: } 478 - 273 = 205 \text{ kg}$$

$$\text{RAKOUSKO: } 834 - 575 = 259 \text{ kg}$$

Odpověď: Nejvíce se produkce odpadu zvýšila Rakousku.

2.3 Hodina matematiky pro střední školu na téma změna klimatu

V RVP pro gymnázia se na straně 75 v kapitole Průřezová témata – Environmentální výchova dočteme „*V době, kdy jsme svědky rychlého zhoršování stavu globálních životodárných systémů z hlediska podmínek udržitelného rozvoje, stala se environmentální výchova důležitým tématem. Problémy, jež z větší části způsobil člověk (úbytek stratosférického ozónu, znečištění životního prostředí, nastupující změna klimatu, vyčerpání přírodních zdrojů, destrukce přírodních ekosystémů, rychle rostoucí lidská populace, vznik nových epidemií a onemocnění), vyžadují k řešení a prevenci „environmentálně“ vzdělaného občana.*“ (MŠMT, 2021a). Dále se zde dočteme, že základ tohoto průřezového tématu dokážeme najít i v dalších předmětech jako je biologie, chemie, fyzika, geografie a geologie

a ze společenskovedních dějepis, občanský a společenskovední základ, člověk a svět práce nebo výchova ke zdraví. RVP pro gymnázia se nezmiňuje o matematice, protože matematika nenese na první pohled evidentní základ pro globální problémy. Matematiku ale můžeme brát jako nástroj pro práci s obecně dohledatelnými daty.

Souzním se slovy Audrey Azoulay, generální ředitelky UNESCO, „*Protože vzdělávání může změnit myšlení, může změnit svět.*“ (MŽP, 2021a), a hodinu matematiky na téma změna klimatu pro střední školu jsem vytvořila, protože na ní lze ukázat, jaký velký nástroj matematika ve světě je a jak ji my sami můžeme využít. Přidaná, neméně důležitá, hodnota takové hodiny je, že přispívá k výchově environmentálně vzdělaného občana. Hodina zahrnuje témata jako je globální oteplování, skleníkový efekt, tání ledovců, extrémní počasí, zvyšování hladin oceánů a moří, zvěšování pouští, znehodnocování zemědělské půdy a další související témata.

Hodina je složena z úloh, ve kterých se žák setkává s převody jednotek, přímou úměrností, procenty, zlomky, funkcemi a jejich vlastnostmi, poměry, i se slovními úlohami řešenými rovnicí, úlohami na práci s grafem a další.

Hodinu by měli obtížnostně zvládnout žáci všech ročníků střední školy. Osobně doporučuji ji zařadit do třetího ročníku středních škol, z důvodu lepší připravenosti žáků pro environmentální témata z dalších předmětů jako například z chemie anorganická a organická část nebo z biologie ekologie. Nakonec je ale vhodné, aby pedagog sám vyhodnotil úroveň matematické i environmentální připravenosti konkrétní třídy, a podle toho zařadil hodinu do učebního plánu.

2.3.1 Struktura a náplň vyučovací hodiny

Hodinu začíná počáteční motivace, která je nutná k dalším aktivitám. Motivace formou dialogu pedagoga s žáky by měla osvěžit informace, které žáci už znají z jiných předmětů, a to hlavně z biologie, konkrétně z částí biosféra a její členění (MŠMT, 2021a, str. 34), z geografie a fyzickogeografické sféry (MŠMT, 2021a, str. 35) a z chemie z částí s-prvky a d-prvky (MŠMT, 2021a, str. 30). Moje vzorová motivace je postavena na práci pedagoga s podnětnými otázkami (v textu tučně), kterými rozvíjí zájem o téma a vzájemnou diskusi. Začínám s připomenutím základních informací o atmosféře a jejím složení. Postupně se ze složení dostávám ke skleníkovým plynům a následně i skleníkovému efektu.

K pochopení skleníkového efektu používám porovnání s opravdovým zahradnickým skleníkem, který určitě žáci znají. Po pochopení problematiky skleníkového efektu vedu žáky, aby se zamysleli nad jeho výhodami a nevýhodami. Chci tím poukázat na obecně opomíjený fakt, že skleníkový efekt není jen důvod globálního oteplování a dalších světových problémů, ale také nutná podmínka života na Zemi. Tím dávám žákům příklad použití kritického myšlení v praxi. Dále hledám s žáky, kde skleníkové plyny obecně můžeme najít, a tím si připravuji půdu pro poznání, že kromě přirozeného výskytu skleníkových plynů člověk rapidně přispívá k jejich množství v atmosféře, a tím zhoršuje klimatickou krizi. Následně už jen debatujeme dopad takového zvýšení množství skleníkových plynů v atmosféře a tím se dostáváme k početní části hodiny.

První početní blok jsem pojmenovala „O vážnosti změny klimatu“, ve které se vyskytuje pět komplexních úloh, které po vypočtení řešiteli odtajní nové informace o situacích, jako jsou zaplavení zemědělských ploch a zvyšování hladin oceánů, úbytek korálových útesů, množství oxidu uhličitého v atmosféře za poslední roky i v historii nebo jako je vliv klimatické změny na meteorologické extrémny, tedy například extrémní vlny veder. V této části řešitel dojde k pochopení vážnosti situace, na které naváže druhý početní blok.

Druhý početní blok nese název „O tom, jak snížit svůj podíl na klimatické změně“. Obsahuje také pět komplexních úloh, ve kterých řešitel nalezne příklady toho, jak situaci vlastním úsilím ovlivnit. Jedná se především o tipy na zmenšení uhlíkové stopy. Jejich využití je z praktického života žáků. Konkrétně v tomto početním bloku najdeme nápady, jak snížit uhlíkovou stopu pomocí změny jídelníčku, dopravy nebo změn v domácnosti.

2.3.2 Motivace

Co naši planetu dělí od vesmíru? Od vesmíru nás dělí tzv. atmosféra, plynný obal Země, který vznikl před 4 mld. let (Víden, 2005). **Vzpomenete si, z čeho všeho se atmosféra skládá?** Atmosféra je z 21 % kyslík O_2 , z 78 % dusík N_2 a z 1 % další plyny jako argon Ar, oxid uhličitý CO_2 , vzácné plyny jako neon Ne a helium He, methan CH_4 a další (meteocentrum.cz, 2023b). **Plyny jako oxid uhličitý, methan, oxid dusný, freony nebo vodní pára, která se v atmosféře také přirozeně vyskytuje, dokážeme souhrnně nazvat skleníkové plyny. Co znamená, když o plynu řekneme, že je skleníkový? Že má**

schopnost vytvářet tzv. skleníkový efekt. **Co je skleníkový efekt?** Skleníkový efekt v atmosféře funguje v podstatě jako skleník, co má babička na zahradě a pěstuje v něm zeleninu. **Jak funguje skleník?** Skleník propouští dovnitř tepelné záření, které uvnitř vytváří teplo, díky kterému se v něm daří veškerým rostlinkám, ale vzniklé teplo už nepouští zpět. **Jak tedy vysvětlit skleníkový efekt?** Na úplně stejném principu jako skleník fungují skleníkové plyny v atmosféře. Ty propustí do atmosféry tepelné záření, které se od Země odrazí a přemění se na teplo. Tepelná energie díky větší vlnové délce už nedokáže skleníkovými plyny proniknout zpět do vesmíru. Skleníkové plyny teplo pohltí a tím ohřejí atmosféru (meteocentrum.cz, 2023a). **Zamysleme se a diskutujme, zda skleníkové plyny jsou pro život na Zemi spíše výhodou nebo nevýhodou.** Skleníkový efekt není pro život na Zemi pouhou výhodou, ale nutností. Pokud by skleníkové plyny v atmosféře nezachytávaly tepelné záření, byla by průměrná teplota na Zemi $-19\text{ }^{\circ}\text{C}$. Dnes je průměrná teplota na Zemi $14\text{ }^{\circ}\text{C}$ (Le Treut a kol., 2006, str. 97). Skleníkové plyny zařídily tedy zvýšení teploty o $33\text{ }^{\circ}\text{C}$, a díky tomu umožnily život na Zemi. **Dokázali byste říci, kde běžně narazíme na skleníkové plyny jako jsou oxid uhličitý, freony, methan nebo oxid dusný?** Oxid uhličitý vzniká přirozeně buněčným dýcháním. Vzniká ale také při spalování fosilních paliv jako je ropa nebo uhlí (Kleger & Válek, 2022). Freony se vytvářely při používání, výrobě nebo likvidaci chladících přístrojů, aerosolových sprejů a rozpouštědel (Petrlík & Válek, 2022). Methan se vyskytuje přirozeně v ropě a zemním plynu. Navíc ho ale vytváříme například chovem hospodářských zvířat a skládkováním nebo spalováním biologického odpadu (Petrlík a kol., 2022). Oxid dusný, také rajský plyn, který přirozeně vzniká při nitrifikace a denitrifikaci půdy, je produkován například i používáním dusíkatých hnojiv nebo v chemickém průmyslu (Havel & Válek, 2022). **Z toho ale vyplývá, že k přirozenému výskytu těchto plynů výrazně přispívá člověk. Lidskou činností se výrazně zvyšuje množství skleníkových plynů v atmosféře. Jaký dopad bude pravděpodobně mít takové umělé zvýšení skleníkových plynů v atmosféře?** Skleníkové plyny způsobí zvýšení teploty na planetě. **Co se může stát, když se výrazně zvýší teplota na planetě?** Vyšší teplota bude mít za následek zvětšování pouští, vysychání pitných zásob vody, nevhodné podmínky pro pěstování plodin, což povede k hladomoru. Také častější přírodní katastrofy, častější a nebezpečnější lesní požáry, které budou mít za následek uhynutí živočišných druhů, tání ledovců, které bude zvyšovat hladiny moří a ty zaplaví

zalidněné, zemědělské a jinak využitě půdy. **Pojďme si zjistit, jak na tom planeta Země je, a jestli je čeho se bát.**

2.3.3 O vážnosti změny klimatu

Kdy už nebudou existovat Maledivy?

Zadáni: Nadmírou skleníkových plynů v atmosféře se v důsledku skleníkového efektu zvyšuje teplota na planetě. To způsobuje tání ledovců. Voda z ledovců se dostává do oceánů, a tak zvyšuje jejich hladinu. Navíc s planetou se ohřívá i samotná voda v oceánech. Molekuly vody se vlivem tepla rozpínají, zvětšují svůj objem, a tím také přispívají ke zvyšování hladiny oceánů (Frederikse a kol., 2020). Od roku 1993 do roku 2023 se zvedla hladina oceánů o 10,4 cm (NASA, 2023). Vypočítejte, za kolik let hladina oceánu pohltí celé Maledivy, jejichž nejvyšší bod má nadmořskou výšku 2,5 m.n.m.

Vzorové řešení:

$$30 \text{ let} \dots\dots\dots 104 \text{ mm}$$

$$1 \text{ rok} \dots\dots\dots 104 : 30 = 3,47 \text{ mm}$$

$$2,5 \text{ m} = 2\,500 \text{ mm}$$

$$2\,500 : 3,47 = 720,5$$

Odpověď: Za 721 let budou celé Maledivy pod vodou.

O tom, jak ničíme korálové útesy

Zadáni: Po průmyslové revoluci začalo lidstvo vypouštět obrovské množství skleníkových plynů vlivem spalování fosilních paliv. Od roku 1880 do roku 2019 lidstvo vypustilo 2 300 Gt skleníkových plynů, které způsobily nárůst teploty o 1,2 °C. Pokud zvýšení teploty dosáhne 1,5 °C, nepřežije 90 % korálů, pokud se oteplí dokonce o 2 °C, nepřežije žádný. Korálové útesy jsou místem pro život čtvrtiny všech mořských živočichů a závisí na nich živobytí téměř půl miliardy lidí (Jarníková, 2021). Vypočítejte, kolik let korálům zbývá, pokud bychom produkovali stále stejně skleníkových plynů?

Vzorové řešení:

1,2 °C.....139 let

0,2 °C.....139 : 6 = 23,2 let

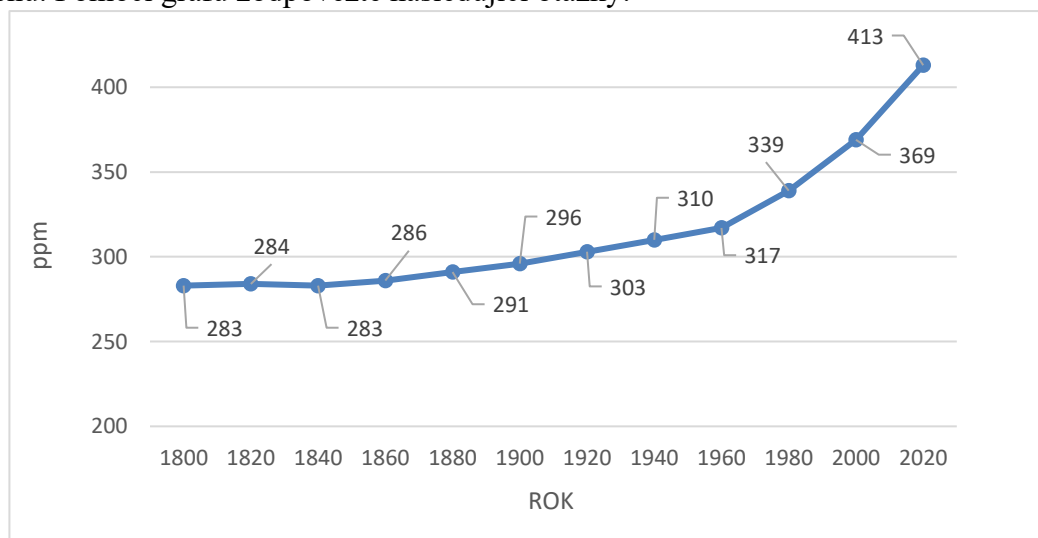
2 – 1,2 = 0,8 °C chybí

0,8 °C.....23,2 · 4 = 92,8 let

Odpověď: Korálovým útesům zbývá přibližně 93 let.

O tom, jak se zvyšovalo množství CO₂

Zadání: Následující graf popisuje funkci, která odpovídá množství molekul CO₂ v atmosféře. V grafu nalezneme od roku 1800 postupně všechny roky v odstupu dvacet let až do současnosti a hodnoty k nim příslušné. Množství CO₂ v atmosféře popisuje jednotka ppm, anglicky parts per milion, která udává, kolik molekul CO₂ je v jednom milionu molekul vzduchu. Pomocí grafu zodpovězte následující otázky:



Zdroj: (EEA, 2019)

- Rozhodněte o monotónnosti funkce a vysvětlete její význam vzhledem k reálné situaci, kterou funkce popisuje.
- Najděte obor hodnot funkce na definičním oboru $\langle 1800; 2020 \rangle$ a vysvětlete význam.
- Rozhodněte o existenci suprema, infima, maxima a minima a určete jejich hodnoty.

a.

Odpověď: Funkce je rostoucí na intervalu $\langle 1800; 1820 \rangle$ a intervalu $\langle 1840; 2020 \rangle$. Klesající na intervalu $\langle 1820; 1840 \rangle$. Znamená to, že v letech 1800 až 1820 a v letech 1840 až do roku 2020 se počet molekul CO₂ v atmosféře zvyšoval a v letech 1820 až 1840 klesal.

b. $H_f = \langle 283; 413 \rangle$

Odpověď: Obor hodnot je uzavřený interval od 283 do 413. Obor hodnot označuje interval, ve kterém se pohybovaly hodnoty ppm CO₂ v atmosféře za uvedené roky.

c.

Odpověď: Supremum a infimum se rovnají maximu a minimu. Maximum se nachází v roce 2020 a jeho hodnota je 413. Minima jsou dvě, jedno se nachází v roce 1800 a druhé v roce 1840 a mají hodnotu 283.

O extrémních vedrech

Zadání: Extrémní změny klimatu mají za následek enormní vlny veder. V roce 2019 vypukl rozsáhlý požár Australského pralesa. Při požáru přišlo o život 33 lidí a víc jak miliarda zvířat. Požár zničil plochu o velikosti 10 milionu hektarů (Šimek, 2020). Zjistěte kolikrát se do spálené plochy vejde celá Praha, pokud její plocha je 496 km².

Vzorové řešení:

$$10\,000\,000\text{ ha} = 100\,000\text{ km}^2$$

$$100\,000 : 496 = 201,6$$

Odpověď: Praha by se do spálené plochy vešla téměř 202krát.

O jedné schválené výjimce

Zadání: K 30. červenci roku 2017 přijala Evropská komise zpřísnění o emisích vypouštěných velkými spalovacími zařízeními, které mělo začít platit od poloviny roku 2021 (Budín, 2017). Takové zpřísnění se mělo například týkat i jednoho z našich největších výrobců elektřiny, elektrárny Počerady, kterou najdeme v Ústeckém kraji na Mostecku. Tato elektrárna podala roku 2020 žádost o výjimku z nově stanovených limitů, ve které požadovala výjimku až do roku 2025. Nejen že Počerady jsou naším největším zdrojem

emisí CO₂, ale navíc vypouští další látky, jejichž uvolnění do ovzduší znamená ohrožení zdraví lidí. Jednou z takových látek, o které pojednává zpřísnění Evropské komise, je rtuť Hg. V tabulce najdeme data o množství rtuti. V prvním řádku najdeme množství rtuti, které podle plánu Evropské komise, má elektrárna Počerady vypouštět. V druhém řádku pak nalezneme množství rtuti, které elektrárna sama uvádí jako reálná množství ve výjimce, kterou by chtěla schválit Ministerstvem životního prostředí.

	2021	2022	2023	2024	2025
Hg [kg] podle Evropské komise	372	123	128	128	106
Hg [kg] navrhované Počerady	515	492	511	511	232

Zdroj: (MŽP, 2020)

Spočítejte, o kolik průměrně každý rok chce elektrárna Počerady překračovat limit Evropské komise. Pokud byste vy měli rozhodnout o výjimce, zda ji udělit elektrárně Počerady nebo ne, jak byste rozhodli? Dohledejte pomocí internetu, zda výjimka opravdu byla udělena a proč?

Vzorové řešení:

2021

$$100 \% \dots\dots\dots 372$$

$$1 \% \dots\dots\dots 372 : 100 = 3,72$$

$$515 : 3,72 = 138,4 \% \dots\dots\dots 515$$

2022

$$100 \% \dots\dots\dots 123$$

$$1 \% \dots\dots\dots 123 : 100 = 1,23$$

$$492 : 1,23 = 400 \% \dots\dots\dots 492$$

2023, 2024

100 %.....128

1 %.....128 : 100 = 1,28

511 : 1,28 = 399,2 %.....511

2025

100 %.....106

1 %.....106 : 100 = 1,06

232 : 1,06 = 218,9 %.....232

$(38,4 + 300 + 299,2 + 299,2 + 118,9) : 5 = 211,14$

Odpověď: Průměrně chce elektrárna každý rok překračovat limit o 211,14 %.

2.3.4 O tom, jak snížit svůj podíl na klimatické změně

S masem nebo bez?

Zadání: Při konzumaci masa dost často nevidíme za závoj dobře udělaného steaku. Emise skleníkových plynů, které pro takový jeden steak vypustíme do ovzduší, se skrývají za dopravou masa do obchodu, ať už z místních chovů nebo z ciziny, za chovem hospodářských zvířat, za výrobou a dopravou krmiva, a za dalšími nutnostmi. Průměrný Čech sní za rok 70 kg masa a při tom unikne do atmosféry 647 kg CO₂ (Lengál, 2022). V roce 2023 je populace ČR 10,51 milionu osob.

Vypočítejte, na kolik % by klesl únik CO₂ do atmosféry v rámci jednoho roku, pokud by se

- jeden člověk z deseti úplně vzdal konzumace masa a $\frac{1}{10}$ zbytku se rozhodla jíst maso jen 182 dní v roce (což odpovídá každému druhému dni).
- čtvrtina lidí rozhodla jíst maso pouze třikrát do týdne? Počítejte, že jeden rok má 52 celých týdnů, tedy 364 dnů.

Vzorové řešení:

a.

1 člověk.....647 kg CO₂

10 510 000 lidí.....647 · 10 510 000 = 6 799 970 000 kg CO₂

10 desetín.....10 510 000 lidí

1 desetina.....10 510 000 : 10 = 1 051 000 lidí

1 člověk.....647 kg CO₂

1 051 000 lidí.....647 · 1 051 000 = 679 997 000 kg CO₂

zbytek = 9 desetín.....10 510 000 – 1 051 000 = 9 459 000 lidí

10 desetín zbytku.....9 459 000 lidí

1 desetina zbytku.....9 459 000 : 10 = 945 900 lidí

1 člověk.....647 kg CO₂

945 900 lidí.....(647 : 2) · 945 900 = 305 998 650 kg CO₂

celkový únik CO₂ do atmosféry

6 799 970 000 – 679 997 000 – 305 998 650 = 5 813 974 350 kg CO₂

100 %.....6 799 970 000 kg CO₂

1 %.....6 799 970 000 : 100 = 67 999 700 kg CO₂

5 813 974 350 : 67 999 700 = 85,5 %.....5 813 974 350 kg CO₂

Odpověď: Pokud by se jeden člověk z deseti úplně vzdal konzumace masa a $\frac{1}{10}$ zbytku se rozhodla jíst maso jen 182 dní v roce, klesl by únik CO₂ do atmosféry na 85,5 %.

b.

4 čtvrtiny.....10 510 000 lidí

1 čtvrtina..... $10\,510\,000 : 4 = 2\,627\,500$ lidí

čtvrtina nebude jíst maso 4 dny v každém z 52 týdnů v roce

dohromady nebudou jíst maso..... $4 \cdot 52 = 208$ dnů

364 dnů1 člověk.....647 kg CO₂

1 den1 člověk..... $647 : 364 = 1,78$ kg CO₂

208 dnů1 člověk..... $1,78 \cdot 208 = 370,24$ kg CO₂

208 dnů.....2 627 500 lidí..... $370,24 \cdot 2\,627\,500 = 972\,805\,600$ kg CO₂

1 člověk.....647 kg CO₂

10 510 000 lidí..... $647 \cdot 10\,510\,000 = 6\,799\,970\,000$ kg CO₂

celkový únik CO₂ do atmosféry

$6\,799\,970\,000 - 972\,805\,600 = 5\,827\,164\,400$ kg CO₂

100 %.....6 799 970 000 kg CO₂

1 %..... $6\,799\,970\,000 : 100 = 67\,999\,700$ kg CO₂

$5\,827\,164\,400 : 67\,999\,700 = 85,69$ %.....5 827 164 400 kg CO₂

Odpověď: Pokud by se čtvrtina lidí rozhodla jíst maso pouze třikrát do týdne, klesl by únik CO₂ do atmosféry na 85,69 %.

O investicích do budoucnosti

Zadání: Pokud nevyužíváme pro vytápění našich domovů energii z obnovitelných zdrojů, jako například sluneční energii z fotovoltaických panelů, potom pro vytopení domácnosti spotřebováváme teplo vyrobené v elektrárnách spalováním fosilních paliv, což má za následek další vypuštěné množství skleníkových plynů do atmosféry. Navíc nezateplené a staré domy mají tendence způsobovat tepelné ztráty, takže ve finále topíte mnohem více, protože vám část tepla stejně uteče skrz zdi. Jedna z možností, jak snížit svůj podíl na emisích z vytápění, a zároveň i možnost, jak ušetřit rodinné finance, je zateplení domu.

Ročně rodina bez zateplení na starém rodinném domě spotřebuje 40 MWh energie na vytápění. Takové vytápění vás dnes přijde až na 75 tisíc Kč za rok. V rámci šetření se rozhodnete dům zateplit. Vyberete si dražší zateplení, které vás sice bude stát 500 000 Kč, ale bude to optimální zateplení 24 cm tlusté, které vám dokáže snížit tepelné ztráty na minimum. Při takové volbě zateplení se náklady na vytápění sníží o 71,2 %. Stát takové kroky úspory energií a snížení emisí skleníkových plynů podporuje, a tak na zateplení dostanete dotaci 75 000 Kč. Sestavte rovnici a vypočtete, za kolik let se vám investice na zateplení domu vrátí oproti tomu, kdyby dům zůstal dále nezateplen?

Vzorové řešení:

$$75\,000 \cdot (1 - 0,712) = 21\,600$$

xpočet let

$$21\,600x - 75\,000 + 500\,000 = 75\,000x$$

$$21\,600x + 425\,000 = 75\,000x$$

$$53\,400x = 425\,000$$

$$x = 7,9$$

Odpověď: Investice se vrátí za necelých osm let.

O přechodu na ekologické zemědělství

Zadání: V přírodě najdeme věci, které přirozeně vážou uhlík a dokážou tak pohltit část emisí CO₂. Jsou to například stromy, proto se vyplácí sázet nové, ale také orná půda. Čím lépe se o ni staráme, tím více emisí dokáže pohltit. Pokud ornou půdu zpracováváme podle zásad ekologického zemědělství a minimálně do ní zasahujeme, dokáže 1 ha takové půdy vstřebat ročně až 500 kg CO₂ (Niggli a kol., 2011). V ČR se nachází přibližně 3 miliony ha orné půdy (AMSP ČR, 2019). Spočítejte, kolik tun CO₂ bychom z ovzduší dokázali odstranit, pokud by alespoň 75 % veškeré orné půdy v ČR přešlo na ekologické zemědělství. V ČR jeden člověk za rok vyprodukuje průměrně 12,2 tun emisí (Faktaoklimatu.cz, 2018). Za kolik lidí by ušetřené množství emisí z půdy vykompenzovalo jejich emise?

Vzorové řešení:

100 %.....3 000 000 ha půdy

1 %.....3 000 000 : 100 = 30 000 ha půdy

75 %.....30 000 · 75 = 2 250 000 ha půdy

1 ha.....500 kg CO₂

2 250 000 ha.....500 · 2 250 000 = 1 125 000 000 kg CO₂

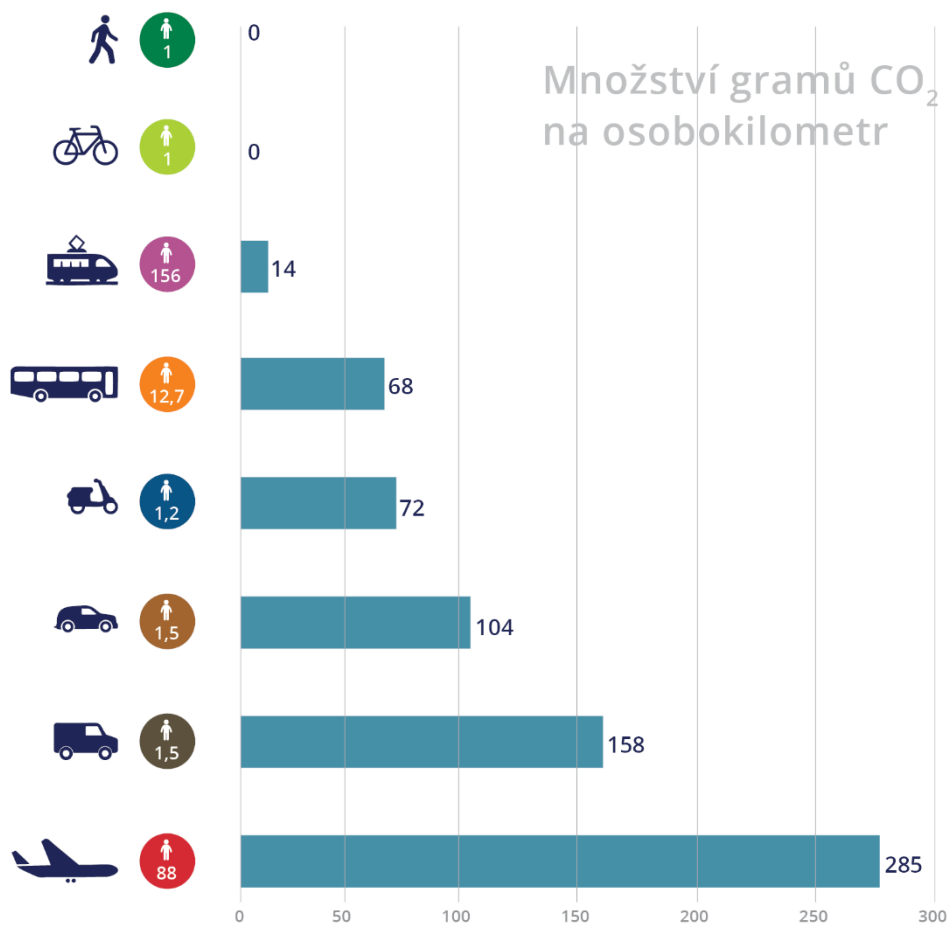
1 125 000 000 kg CO₂ = 1 125 000 t CO₂

1 125 000 : 12,2 = 92 213,1

Odpověď: Z ovzduší bychom dokázali odstranit 1 125 000 t CO₂, což by vykompenzovalo roční emise za 92 213 lidí.

O cestování

Zadáni: Vzpomeňte si, jak často a jak daleko jste za poslední týden cestovali. Následující graf udává množství CO₂ v gramech, které vyprodukuje jedna osoba za jeden kilometr při různých druzích dopravy. Vypočítejte si, kolik gramů CO₂ jste za poslední týden vypustili. Navrhněte, kde a jak jste mohli emise ušetřit. Kolik gramů CO₂ jste vaším návrhem zvládli ušetřit?



Zdroj: (Ledvina, 2021)

Vzorové řešení:

Za poslední týden jsem ujela tramvají 20 km a autem 40 km.

$$20 \cdot 14 + 40 \cdot 104 = 4\,440 \text{ g}$$

Odpověď: Za týden jsem cestováním vypustila 4 440 g.

Co znamená jeden stupeň

Zadání: Představte si, že vaše domácnost zaplatí každý měsíc za vytápění 4 000 Kč. Pokud byste doma snížili každodenní teplotu už pouze o 1 °C, za rok byste ušetřili 2 880 Kč. O kolik procent dokáže 1 °C snížit spotřebu energie?

Vzorové řešení:

1 měsíc4 000 Kč

12 měsíců..... $4\,000 \cdot 12 = 48\,000$ Kč

100 %.....48 000 Kč

1 %..... $48\,000 : 100 = 480$ Kč

$2\,880 : 480 = 6\%$2 880 Kč

Odpověď: Snížení teploty o 1 °C dokáže snížit náklady o 6 %.

Závěr

Hlavním cílem této bakalářské práce bylo navrhnout tři tematické hodiny matematiky, které budou obsahovat úlohy integrované s obsahem z průřezového tématu Environmentální výchova a budou vhodné k použití pro učitele do běžné hodiny matematiky. Hodiny jsou navrženy tak, aby environmentální téma korespondovalo se znalostmi žáků na určitém stupni vzdělávání.

Pro první stupeň vzdělávání jsem hodinu matematiky propojila s celosvětovým problémem nedostatku pitné vody, znečištění vodních toků a zároveň s radami a doporučeními, jak vodu každý sám můžeme ušetřit. Pro propojení s tématy o vodě jsem se rozhodla ze tří důvodů. Problémy s nedostatkem pitné vody a jejího znečištění považuji osobně za jeden z největších problémů dnešního světa, ostatně stejně jako témata pro další dvě hodiny, je to pro žáky známé téma, ať už z jiných předmětů nebo života, a je to problém, se kterým každý žák sám vlastními silami může něco udělat.

Pro druhý stupeň základní školy jsem vybrala oblast odpadů z obdobných důvodů. Děti o něm mají spoustu informací jak ze školy, například z výuky chemie, ale i z běžného života, a mohou sami podniknout kroky ke zlepšení současného stavu.

Téma pro střední školu jsem vybrala komplexnější. Rozhodla jsem se pro téma klimatické krize, protože věřím, že žáci střední školy už jsou schopni tak rozsáhlé a náročné téma správně uchopit. K hodině o klimatické krizi jsou potřeba určité znalosti z chemie, bez kterých hodina nebude dostatečně plnit svůj potenciál.

Tvorba konkrétních integrovaných slovních úloh nebyla jednoduchá. Na vlastní kůži jsem si ověřila teorie z kapitol z teoretické části, kde píšou o nevýhodách zapojení takových úloh do vyučování. Proces shánění potřebných informací a vlastní vymýšlení úloh bylo opravdu zdlouhavé a několikrát se stalo, že kvůli nedostatku informací jsem nebyla schopna rozpracovanou úlohu dovést do podoby, kdy byla publikovatelná. Učitelům, kteří by rádi mezipředmětové vztahy prostřednictvím integrovaných úloh realizovali, doporučuji spoustu trpělivosti a plánování dlouho dopředu.

Seznam použitých informačních zdrojů

- ABC ČR. (2022). *Periodický tisk* <https://www.abccr.cz/overovana-data/periodicky-tisk-1/?filterMonth=1&filterYear=2022&filterNamePublisher=&filterNameTitleExact=1&filterNameTitle=Blesk&filterType=periodicky-tisk-denik&filterGenre=>
- AMSP ČR. (2019). *Analýza zemědělství*. <https://amsp.cz/wp-content/uploads/2019/08/Anal%C3%BDza-zem%C4%9Bd%C4%9Blstv%C3%AD-2019.pdf>
- Bílek, M. (2008). Zájem žáků o přírodní vědy jako předmět výzkumných studií a problémy aplikace jejich výsledků v pedagogické praxi. *Acta Didactica*, 2(2008), 1337-0073.
- Blažková, R., Matoušková, K., & Vaňourová, M. (1996). *Texty z didaktiky matematiky pro studium učitelství 1. stupně základních škol*. MUNI.
- Budín, J. (2017). Evropská komise přijala zprůsněné emisní limity, platit začnou od poloviny roku 2021. *Oenergetice.cz*. <https://oenergetice.cz/elektrina/evropska-komise-prijala-zpru-snene-emisni-limity-platit-zacnou-od-poloviny-roku-2021#comments>
- Čejková, V., & Jandová, J. (2018). Motivace žáka v hodině matematiky. *Učitel matematiky*, 26(4), 193-204. <https://dml.cz/handle/10338.dmlcz/148589>
- ČSÚ. (2003). *Rozloha*. Retrieved from <https://www.czso.cz/documents/10180/25215661/roz01.pdf/9bfae015-660b-4ee5-86d5-f4d3dc6937b5>
- ČSÚ. (2021). *Pohyb obyvatel* <https://vdb.czso.cz/vdbvo2/faces/index.jsf?page=vystup-objekt&pvo=DEM05&z=T&f=TABULKA&skupId=546&katalog=30845&pvo=DEM05&str=v94>
- ČSÚ. (2022). Pohyb obyvatelstva v hl. m. Praze v roce 2021. <https://www.czso.cz/csu/xa/pohyb-obyvatelstva-v-hl-m-praze-v-roce-2021>
- ČT 24. (2018). Doba plastová: Každou minutu se ve světě koupí milion PET lahví. <https://ct24.ceskatelevize.cz/2494846-plasty>
- Divíšek, J. (1989). *Didaktika matematiky pro učitelství 1. stupně ZŠ*. Státní pedagogické nakladatelství.
- EEA. (2019). *Trends in atmospheric concentrations of CO₂ (ppm), CH₄ (ppb) and N₂O (ppb)*. https://www.eea.europa.eu/data-and-maps/daviz/atmospheric-concentration-of-carbon-dioxide-5#tab-chart_5_filters=%7B%22rowFilters%22%3A%7B%7D%3B%22column

- [nFilters%22%3A%7B%22pre_config_polutant%22%3A%5B%22CH4%20\(ppb\)%22%5D%7D%7D](#)
- EU. (2021). Plasty v oceánech: fakta, důsledky a nová opatření. *Zpravodajství Evropský parlament*.
<https://www.europarl.europa.eu/news/cs/headlines/society/20181005STO15110/plasty-v-oceanech-fakta-dusledky-a-nova-opatreni-eu-infografika>
- EUROSTAT. (2023). *Municipal waste generated in selected years 1995-2021*
https://ec.europa.eu/eurostat/statistics-explained/images/8/81/Municipal_waste_generated%2C_in_selected_years%2C_1995-2021_%28kg_per_capita%29_vTM.png
- Evropský parlament. (2023). Nakládání s odpadem v EU: fakta a čísla. *Zpravodajství Evropský parlament*.
https://www.europarl.europa.eu/pdfs/news/expert/2018/4/story/20180328STO00751/20180328STO00751_cs.pdf
- Faktaoklimatu.cz. (2018). Emise skleníkových plynů.
<https://faktaoklimatu.cz/temata/emise>
- Felbiger, J. I. (1777). *Kniha metodní pro učitele českých škol*. Tiskárna normální školy.
- Frederikse, T., Landerer, F., Caron, L., Adhikari, S., Parkes, D., Humphrey, V. W., Dangendorf, S., Hogarth, P., Zanna, L., Cheng, L., & Wu, Y.-H. (2020). The causes of sea-level rise since 1900. *Nature*, 584(7821), 393-397. <https://doi.org/10.1038/s41586-020-2591-3>
- Hartl, P., & Hartlová, H. (2000). *Psychologický slovník*. Portál.
- Havel, M., & Válek, P. (2022). Oxid dusný. <https://arnika.org/toxicke-latky/databaze-latek/oxid-dusny>
- Hessisches Ministerium für Umwelt Energie Landwirtschaft und Verbraucherschutz. (2011). *Abfallmengenbilanz des Landes Hessen für das Jahr 2010* http://www.a-lf.de/uploads/Infos_und_Statistik/Abfallmengenbilanz_Hessen_2010.pdf
- Höfer, G., & Svoboda, E. (2005). Některé výsledky celostátního výzkumu: Vztah žáků ZŠ a SŠ k výuce obecně a zvláště pak k výuce fyziky. *Moderní trendy v přípravě učitelů fyziky*, 2(52-70).
- Holý, P. (2013). U vody o vodě. *Chemické listy*, 107(7), 517-517.
- Homerová, M. (2012). Mezipředmětové vztahy ve výuce společenskovedních předmětů (výsledky evropského výzkumu). *Učitelské listy: web o změnách ve vzdělávání*. <http://www.ucitelske-listy.cz/2012/07/marie-homerova-mezipredmetove-vztahy-ve.html>

- Hudecová, D. (2004). Mezipředmětové vztahy – malé zamyšlení nad terminologií. *Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy*. www.msmt.cz/file/9647_1_1
- Janás, J. (1985). *Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole*. Univerzita JE Purkyně.
- Jarníková, T. (2021). Proč umírají korálové útesy? *Fakta o klimatu*. <https://faktaoklimatu.cz/explainery/vymirani-koralovych-utesu>
- Jianguo, M. A. O. (2004). Teaching Environmental Awareness in Mathematics. *Chinese Education & Society*, 37(4), 53-56. <https://doi.org/10.1080/10611932.2004.11031651>
- Karlík, T. (2021). Tichomořská odpadková skvrna se stala novým ekosystémem. Kolonizují ji zvířata i rostliny. *ČT24*. <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/3413534-velka-tichomorska-odpadkova-skvrna-se-stala-novym-ekosystemem-kolonizuji-ji-zvirata-i>
- Kleger, L., & Válek, P. (2022). Oxid uhličitý. <https://arnika.org/toxicke-latky/databaze-latek/oxid-uhlicity>
- Kraus, M. (2022). Jaká je spotřeba vody v domácnosti a jak ji snížit. *Zakra s.r.o.* <https://zakra.cz/blog/jaka-je-spotreba-vody-v-domacnosti-a-jak-ji-snizit/>
- Le Treut, H., Sommerville, R., Cubasch, U., Ding, Y., Mauritzen, C., Mokssit, A., Peterson, T., Prather, M., & Widmann, M. (2006). Historical overview of climate change science. In *IPCC 4RG*. <https://archive.ipcc.ch/pdf/assessment-report/ar4/wg1/ar4-wg1-chapter1.pdf>
- Ledvina, P. (2011). Jaká je spotřeba ropy na výrobu PET láhve či igelitového sáčku? *Ekologický institut Veronika*. <https://www.veronica.cz/otazky?i=361>
- Ledvina, P. (2021). Jak snížím svoji uhlíkovou stopu, když se přestanu lézat? *Ekologický institut Veronika*. <https://www.veronica.cz/otazky?i=507>
- Lengál, T. (2022). Fakta a mýty o změně klimatu. *Faktaoklimatu.cz*. <file:///C:/Users/42073/Downloads/Pracovni-list-c.-4-%E2%80%93-Usili-jedince-pomoci-klimatu.pdf>
- Linshi, J. (2015). 1 in 3 People Worldwide Don't Have Proper Toilets, Report Says. *TIME USA*. <https://time.com/3942630/toilets-who-unicef-report/>
- Mabets. (2018). 20 desivých faktov o odpade, ktoré ešte nepoznáte. *Mabets.sk*. <https://www.mabets.sk/blogs/blog/20-desivych-faktov-o-odpade-ktore-este-nepoznate>
- meteocentrum.cz. (2023a). Skleníkový efekt. <https://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/sklenikovy-efekt>

- meteocentrum.cz. (2023b). Složení atmosféry Země. <https://www.meteocentrum.cz/encyklopedie/slozeni-atmosfery-zeme>
- MŠMT. (2021a). Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/>
- MŠMT. (2021b). Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani-rvp-zv/>
- Mullis, I. V., Martin, M. O., Foy, P., & Arora, A. (2012). *TIMSS 2011 international results in mathematics*. ERIC.
- MŽP. (2020). *Stručné shrnutí údajů ze žádosti*. <https://ippc.mzp.cz/ippc/ippc.nsf/%24pid/mzpprhfi6c96>
- MŽP. (2021a). *Proč a jak se učit o změně klimatu*. [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klima_publicace/\\$FILE/OFDN-Klima_se_meni-17112021.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/zmena_klima_publicace/$FILE/OFDN-Klima_se_meni-17112021.pdf)
- MŽP. (2021b). *Produkce a nakládání s odpady v roce 2021*. Retrieved from [https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/\\$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2021-20221031.pdf](https://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/odpady_podrubrika/$FILE/OODP-Produkce_a_nakladani_2021-20221031.pdf)
- NASA. (2023). Sea Level. <https://climate.nasa.gov/>
- National Geographic ČR. (2018). Jakou dobu dokáže člověk vydržet bez jídla, vody a spánku než zemře? <https://www.national-geographic.cz/magazin-ng/jakou-dobu-dokaze-clovek-vydrzet-bez-jidla-vody-a-spanku-nez-zemre-20180926.html>
- Nesher, P. (1980). The Stereotyped Nature of School Word Problems. *For the learning of mathematics*, 1(1), 41-48. <http://www.jstor.org/stable/40247701>
- Niggli, U., Fleissbach, A., Hepperly, P., & Scialabba, N. (2011). Zemědělství s nízkými emisemi skleníkových plynů. In: Bioinstitut.
- Nocar, D., Vaněk, V., Škrabánková, J., & Kočí, P. (2019). Interdisciplinary relations with mathematics in teaching of natural science realized within the project NATURE. INTED2019 Proceedings,
- Palm, T. (2006). Word problems as simulations of real-world situations: A proposed framework. *For the learning of mathematics*, 26(1), 42-47.
- Palm, T. (2008). Impact of authenticity on sense making in word problem solving. *Educational Studies in Mathematics*, 67(1), 37-58. <https://doi.org/10.1007/s10649-007-9083-3>
- Pavelková, I., & Hrabal, V. (2012). *Mathematics in Perception of Pupils and Teachers*. N. K. Univerzita Karlova v Praze.

- Petrлік, J., Repeš, K., & Válek, P. (2022). Methan. <https://arnika.org/toxicke-latky/databaze-latek/methan>
- Petrлік, J., & Válek, P. (2022). Chlorofluorovodíky (CFC). <https://arnika.org/toxicke-latky/databaze-latek/chlorofluorouhlovodiky-cfc>
- Podroužek, L. (2006). Integračně-komunikační pojetí didaktiky počátečního přírodovědného vzdělávání v profesní přípravě studentů učitelství 1. stupně základní školy *Školská fyzika*. https://sf.zcu.cz/data/2004/sf2004_07_11.pdf
- Průcha, J., Walterová, E., & Mareš, J. (2009). *Pedagogický slovník*.
- Rakoušová, A. (2008). *Integrace obsahu vyučování*. Grada Publishing as.
- REGION. (2012). *Interaktivní učebnice - 1. stupeň ZŠ* http://enviregion.pf.ujep.cz/inter_uc/1st/
- Rotter, P. (2022). *METAANALÝZA K PROBLEMATICE PESTICIDŮ V ZEMĚDĚLSTVÍ: Vliv na vody a další rizika*. https://tohlezeru.hnutiduha.cz/sites/default/files/PESTICIDY_metaanal_yza_HNUTI_DUHA.pdf
- Růžicková, B., & Emanovský, P. (2001). Matematický klokan ve službách ekologické výchovy. *Učitel matematiky*, 9(3), 176-179.
- Saltmarsh, M. (2001). Thirst: or, why do people drink? *Nutrition Bulletin*, 26(1), 53-58.
- Samosebou.cz. (2019). DRUHY, ROZMĚRY A DALŠÍ ZAJÍMAVOSTI O NÁDOBÁCH NA ODPAD. <https://www.samosebou.cz/2019/09/19/druhy-rozmary-a-dalsi-zajimavosti-o-nadobach-na-odpad/>
- Samosebou.cz. (2023). JAK DLOUHO SE ROZKLÁDÁ ODPAD POHOZENÝ V PŘÍRODĚ? <https://www.samosebou.cz/2020/08/26/jak-dlouho-se-rozkladaji-odpadky-pohozene-v-prirode/>
- SDA. (2023). Výrazné zvyšování průměrného stáří osobních automobilů v ČR stále pokračuje. <https://portal.sda-cia.cz/clanek.php?id=7012&v=m>
- Schmutzerová, L., & Bílek, M. (2010). Jak hodnotili čeští patnáctiletí žáci základních škol a studenti víceletých gymnázií environmentální problémy. *Envigogika*, 5(2). <https://doi.org/10.14712/18023061.54>
- SIEGL s.r.o. (2017). 20 zajímavých faktů o odpadu, které ještě neznáte. <https://siegl.cz/blog/odpady/20-zajimavych-faktu-o-odpadu-ktere-jeste-neznate>
- Skála, P. (2009). Texty o proměně vztahů lidí k přírodě, environmentální výchově a udržitelnosti., 70.

- Smetáčková, I. (2018). Obliba školní matematiky a její souvislost s externím hodnocením a sebehodnocením. *Scientia in education*, 9(2), 44-56. <https://doi.org/10.14712/18047106.1049>
- Sommer, J. (2020). Konec africké perly: Proč Římané zničili starověké město Kartágo? *100+1*. <https://www.stoplusjednicka.cz/konec-africke-perly-proc-rimane-znicili-staroveke-mesto-kartago>
- Starý, K., & Rusek, M. (2019). Rozvoj mezipředmětových vztahů ve škole. https://pages.pedf.cuni.cz/sc25/files/2020/02/Rozvoj_mezipredmetovyc_h_vztahu_.pdf
- Suleiman, H. (2022). How Qatar faced up to the water security challenge. *Institution of Civil Engineers*. <https://www.ice.org.uk/news-insight/news-and-blogs/ice-blogs/the-civil-engineer-blog/how-qatar-faced-up-to-the-water-security-challenge>
- Šimek, P. (2020). Australské krajinné požáry 2019/2020 a jejich vliv na flóru a faunu. *Ochrana přírody*. <https://www.casopis.ochranaprirody.cz/kuler-zpravy-aktuality-zajimavosti/australske-krajinne-pozary-2019-2020-a-jejich-vliv-na-floru-a-faunu/>
- Taylor, P. (2023). *Number of smartphone subscriptions worldwide from 2016 to 2021, with forecasts from 2022 to 2027* <https://www.statista.com/statistics/330695/number-of-smartphone-users-worldwide/>
- Tomáš, K. (2022). Nejhorší ropné katastrofy zabily statisíce zvířat a zničily celé ekosystémy. *ČT 24*. <https://ct24.ceskatelevize.cz/veda/2059730-nejhors-ropne-katastrofy-zabily-statisice-zvirat-a-znicily-cele-ekosystemy>
- Tomášek, V., Boudová, S., Klement, L., Basl, J., Zatloukal, T., Pražáková, D., & Janoušková, S. (2019). *Mezinárodní šetření TIMSS 2019 Národní zpráva*. https://www.csicr.cz/Csicr/media/Prilohy/PDF_el_publicace/Mezin%0c3%0ad%20%0c5%0alet%0c5%99en%0c3%0ad/TIMSS_2020_e-verze.pdf
- UNICEF. (2020). *Znečištěná voda zabíjí 20krát více dětí než války*. <https://www.unicef.cz/znecestena-voda-zabiji-20krat-vice-deti-nez-valky/>
- ÚZIS ČR. (2022). *Koupací vody* <https://www.koupacivody.cz/>
- Verschaffel, L., Greer, B., & De Corte, E. (2000). *Making sense of word problems* (Vol. 224).

- Víden, I. (2005). *Chemie ovzduší*. VŠChT Praha.
[http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-571-4/pages-
img/041.html](http://147.33.74.135/knihy/uid_isbn-80-7080-571-4/pages-img/041.html)
- Víte/nevíte? (2023). 17 zajímavostí o recyklaci odpadu.
<https://vitenevite.cz/17-zajimavosti-o-recyklaci-odpadu/>
- Vondrová, N., Havlíčková, R., Hirschová, M., Chvál, M., Novotná, J., Páchová, A., Smetáčková, I., Šmejkalová, M., & Tůmová, V. (2020). *Matematická slovní úloha: mezi matematikou, jazykem a psychologií*. Charles University in Prague, Karolinum Press.
- VUP Praha. (2007). RVP a ŠVP obecně.
<https://clanky.rvp.cz/clanek/c/GKG/1302/RVP-A-SVP-OBECNE.html>
- Vyhláška č. 252/2004 Sb. kterou se stanoví hygienické požadavky na pitnou a teplou vodu a četnost a rozsah kontroly pitné vody. (2004).
- Vyšín, J. (1972). *Metodika řešení matematických úloh*. SPN.
- Weiner, B. (1985). An attributional theory of achievement motivation and emotion. *Psychological review*, 92(4), 548.
- WHO/UNICEF. (2022). *Společný program monitorování vody, hygieny a hygieny ve školách*. file:///C:/Users/42073/Downloads/JMP-WASH-in-schools_2022.pdf
- Wunsch, N.-G. (2022). *Drinking water: daily per capita consumption in Germany 1990-2021*. [https://www.statista.com/statistics/802200/daily-
per-capita-water-consumption-in-germany/](https://www.statista.com/statistics/802200/daily-per-capita-water-consumption-in-germany/)