

Univerzita Karlova
Přírodovědecká fakulta

Studijní program: Geografie

Studijní obor: Geografie a matematika se zaměřením na vzdělávání



Jana Vandrovcová

**MEZIPŘEDMĚTOVÉ VZTAHY MATEMATIKY A ZEMĚPISU VE VÝUCE
NA GYMNÁZIU NA ÚROVNI ZAMÝŠLENÉHO KURIKULA**

INTERDISCIPLINARY RELATIONS BETWEEN MATHEMATICS AND GEOGRAPHY
AT GRAMMAR SCHOOL: INTENDED CURRICULUM

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Pavlína Netrdová, Ph.D.

Praha 2017

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

Ve Čkyni, 15. 07. 2017

Ráda bych poděkovala vedoucí mé bakalářské práce RNDr. Pavlíně Netrdové, Ph.D. za odborné vedení, cenné rady a připomínky i čas strávený při konzultacích. Dále děkuji své rodině za veškerou podporu během celého studia.

Abstrakt

Předkládaná bakalářská práce je zaměřena na mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu ve výuce na gymnáziu. Nejprve teoreticky vymezuje mezipředmětové vztahy a s nimi související pojmy. Dále se zabývá zamýšleným (projektovým) kurikulem a analyzuje vzájemné vazby matematiky a geografie/ zeměpisu v RVP G a ve vybraných ŠVP. Následuje analýza učebnic matematiky z hlediska výskytu aplikačních příkladů a příkladů s mezipředmětovou tematikou. Větší pozornost pak věnuje příkladům se zeměpisnou tematikou. Představuje také vybrané výukové materiály zaměřené na mezipředmětové vztahy.

klíčová slova: mezipředmětové vztahy, matematika, zeměpis, výuka, gymnázium

Abstract

The presented bachelor thesis focuses on interdisciplinary relations of mathematics and geography in teaching at grammar school. It theoretically defines interdisciplinary relations and terms related with them. Next, it deals with intended (project) curriculum and it analyses mutual linkage between mathematics and geography in RVP G and in selected ŠVP. Next there follows an analyses of mathematics textbooks from the point of view of occurrence of application examples and examples with interdisciplinary themes. Then it focuses more on examples with geography themes. It also presents selected educational materials focused on interdisciplinary relations.

keywords: interdisciplinary relations, mathematics, geography, teaching, grammar school

Obsah

Seznam obrázků	6
Seznam tabulek	6
Seznam grafů	7
1 Úvod	8
2 Teoretické zarámování výzkumu	13
2.1 Didaktika a různá pojetí kurikula	13
2.2 Mezipředmětové vztahy	20
2.3 Shrnutí a formulace hypotéz	26
3 Zamýšlené kurikulum mezipředmětových vztahů matematiky a geografie/ zeměpisu na základě analýzy RVP G a ŠVP	28
3.1 Mezipředmětové vztahy matematiky a geografie v RVP G	28
3.2 Mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu ve vybraných ŠVP	30
4 Zamýšlené kurikulum mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu na základě analýzy učebnic	33
4.1 Analýza učebnic matematiky	34
4.2 Shrnutí výsledků analýzy učebnic matematiky	40
4.3 Výukové materiály zaměřené na mezipředmětové vztahy	42
5 Závěr	47
Seznam použité literatury a pramenů	50
Seznam příloh	57

Seznam obrázků

Obrázek 1: Diferenciace a systematizace didaktik	13
Obrázek 2: Vzájemný vztah didaktik	16
Obrázek 3: Roviny kurikula	17
Obrázek 4: Systém kurikulárních dokumentů	19
Obrázek 5: Vzájemné vztahy a vazby didaktického a vědního systému	21
Obrázek 6: Příklady způsobů, které podporují vztahy mezi předměty a syntézu poznání	23
Obrázek 7: Tři základní pojetí učebnice	33

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vybrané typy kurikula	17
Tabulka 2: Srovnání předmětového a integrovaného kurikula	17
Tabulka 3: Vzdělávací obor Matematika a její aplikace a Geografie v RVP G (výběr)	29
Tabulka 4: Shrnutí konkrétních mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu ve ŠVP vybraných škol.....	31
Tabulka 5: Počet aplikačních příkladů v učebnicích Matematika pro gymnázia	35
Tabulka 6: Počet aplikačních příkladů v učebnicích Matematika pro střední školy	36
Tabulka 7: Počet aplikačních příkladů v elektronické učebnici středoškolské matematiky Martina Krynického	39
Tabulka 8: Zastoupení aplikačních příkladů a úloh se zeměpisnou tematikou ve vybraných učebnicích matematiky	41
Tabulka 9: Zastoupení fyzické geografie, sociální geografie a kartografie a geoinformatiky v úlohách se zeměpisnou tematikou a v textech s mezipředmětovou vazbou matematiky a zeměpisu ve vybraných učebnicích matematiky	42
Tabulka 10: Přehled vydaných publikací k matematice a geografii v rámci projektu Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi	42

Seznam grafů

Graf 1: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro gymnázia	36
Graf 2: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro střední školy...	38
Graf 3: Četnost výskytu mezipředmětové vazby matematiky a zeměpisu v motivačních textech a v rámečcích „Víte, že?“ v učebnicích Matematika pro střední školy	38
Graf 4: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou v elektronické učebnici středoškolské matematiky Martina Krynického	40
Graf 5: Zastoupení mezipředmětových vztahů ve Sbírce aplikačních úloh ze středoškolské matematiky	45
Graf 6: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou ve Sbírce aplikačních úloh ze středoškolské matematiky	46

1 Úvod

Počátky přírodovědného myšlení v Evropě sahají do 7. století před Kristem. V tehdejší starověké Řecku existovala jako věda pouze filozofie. Byla to univerzální věda, jejíž součástí byly i přírodní vědy. Možná i díky nezřetelnému vymezení jednotlivých vědních disciplín vnímali lidé v antice svět kolem sebe komplexněji. Pro řecké filozofy bylo typické, že vynikali hned v několika dnešních oborech – nejčastěji se vedle filozofie uvádí i geometrie, astronomie, rétorika nebo třeba hudba (Kašpárková 2007).

Matematické a geografické (především astronomické) poznatky patřily mezi jedny z prvních, o které se lidstvo zajímalo a o kterých shromažďovalo všemožné informace. Astronomická pozorování sloužila mimo jiné k vytváření náboženských a hospodářských kalendářů. Jako příklady konkrétních pravidelných přírodních pochodů, které byly studovány již v antice, lze uvést fáze měsíce nebo střídání ročních období. Vzdělanci se snažili tyto děje vysvětlit, přijít na jejich příčiny a zákonitosti (Adkins, Adkins 2011; Kašpárková 2007; Kratochvíl 2009). Mezi nejstarší známé starořecké myslitele, kteří se věnovali výše zmíněným poznatkům, patří z 6. století před naším letopočtem Thalés z Mílétu a Anaximandros z Mílétu (Bečvář 1994).

Holt-Jensen (1999) potvrzuje, že geografické myšlení je starší než samotný pojem geografie. Ten začali poprvé používat žáci v Alexandrii kolem roku 300 před naším letopočtem. Podle Touška, Kunce, Vystoupila a kol. (2008) se nejstarší užití termínu geografie vyskytuje v díle *Geographica* od Eratoshena z Kyrény. Tento termín vznikl složením řeckých slov *geos* (Země) a *graphein* (psát, popisovat). I slovo matematika má řecký původ. Na základě čeho byla matematika pojmenována, máme ale dochováno až v díle biskupa Anatolia, který kolem roku 280 našeho letopočtu zaznamenal citát Héróna. V něm se říká, že podle nástupců Aristotela rétorice, poetice a hudbě může každý porozumět bez speciálního školení (*mé mathonta*). Pokud si ale kdokoliv chce osvojit znalosti z předmětů nazvaných „matematika“ (*mathematiké*), musí v nich předem projít školením (*mathésis*), (Halas 2017).

Pomocí obchodních a objevitelských cest postupně lidé poznávali a popisovali okolní svět. Nadále se zajímali o astronomii a vytvářeli si názory na postavení Země v kosmu. Celý středověk přetrvával starověký geocentrický názor. S heliocentrickým názorem v první polovině 16. století přišel Mikuláš Koperník. Dalšími významnými astronomy na přelomu 16. a 17. století byli Johannes Kepler, který se zabýval pohybem planet, a Galileo Galilei, který například vylepšil dalekohled. Uvedení tři vědci se věnovali mimo jiné i matematice. Opět tedy v historii narážíme na střet astronomie a matematiky u výrazných osobností, které se také

zasloužily obecně o rozvoj přírodních věd v raném novověku. Ve druhé polovině 17. století Isaac Newton ve svém díle publikoval tzv. čtyři pravidla usuzování, která dala základ systematickému rozvoji přírodovědného poznání a následnému konstituování jednotlivých vědních disciplín (Kašpárková 2007; Pochylý, Půrová 2003; Škoda, Doulík 2009).

Vědní disciplíny lze klasifikovat mnoha způsoby, nejzákladnější dělení je podle Gardavského a Hampla (1982) na vědy empirické, metodologické, aplikované a samostatně stojící filozofii. Vzhledem k tomu, že se ve své bakalářské práci budu věnovat mezipředmětovým vztahům matematiky a zeměpisu, považuji za vhodné zde přiblížit první dvě kategorie.

Mezi vědy orientované metodologicky, jejichž předmět zkoumání je definován vyšším stupněm abstrakce, patří statistika, matematika a logika. U klasifikace empirických věd je zdůrazňována priorita předmětové diferenciaci věd a hledání rozdílností a spojitostí rozmanitých kvalitativních struktur. Východiskem této klasifikace věd je klasifikace reálných systémů specifikovaných podle složitosti různých forem pohybu hmoty. Rozlišují se přitom následující formy pohybu hmoty: mechanická, fyzikální, chemická, biologická a sociální. Z tohoto kritéria předmětové specifikace vyplývá lineární organizace věd (mechanika, fyzika, chemie, biologie a sociální vědy). Zde ale nejsou postihnuty všechny vědy, chybí například geografie. Tento problém je možné vyřešit modifikací původní posloupnosti nebo přidáním dalších doplňujících kritérií. Lze to demonstrovat tím, že se celá posloupnost zjednoduší na soubor věd o neživé přírodě (do klasifikace věd se tím dostane třeba meteorologie nebo geologie), soubor věd o živé přírodě a soubor věd o společnosti (Gardavský, Hampl 1982).

Jak bylo uvedeno, pozice geografie ve zmíněné klasifikaci věd není snadno identifikovatelná. Gardavský a Hampl (1982) vidí příčinu v různorodosti předmětu studia geografie. V klasifikaci určené na základě objektu věd chápou geografii jako soubor věd o Zemi a navrhuje tři možnosti jejího zařazení:

1. na rozmezí mezi přírodní a společenské vědy (pokud je kladen důraz na jednotu geografie, která se zabývá krajinnou sférou – tedy přírodní i sociální složkou),
2. fyzickou geografii k přírodním vědám a sociální (socioekonomickou, humánní) geografii k vědám společenským (zdůrazňujeme-li kvalitativní rozdíly přírodního prostředí a společnosti),
3. podle Ljamina (1978, cit. v Gardavský a Hampl, 1982) mezi přírodní vědy (vychází z podstaty geografického studia, za kterou považuje fyzickogeografickou formu pohybu hmoty).

Zdá se, že je ve společnosti zakořeněna především poslední uvedená možnost, tedy její řazení k přírodním vědám. To potvrzuje mimo jiné i fakt, že se geografie na českých vysokých školách dá studovat převážně na přírodovědeckých nebo pedagogických fakultách.

Vzájemný vztah matematiky a geografie vyplývá z jejich postavení v systému věd – matematika poskytuje nástroje poznání, které geografie využívá. Jejich propojení bylo prohloubeno hlavně během tzv. kvantitativní revoluce, kdy se v geografii rozšířily kvantitativní metody (vývoj moderního geografického myšlení viz příloha 1). Stupeň matematizace vědy dodnes často slouží k určení míry její vědeckosti (Kratochvíl 2009).

Vztah matematiky a geografie/ zeměpisu¹ na úrovni školních vyučovacích předmětů vyplývá z výše uvedené vazby vědních disciplín. Odnepaměti byly matematika a zeměpis ve školství v českých zemích začleňovány mezi přírodní vědy, vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání ve školství v českých zemích představuje příloha 2. Již na počátku 20. století v paradigmatu elementární přírodovědy můžeme podle Škody a Doulíka (2009) nejspíše shledat příčiny současné neoblíbenosti přírodovědných předmětů. K neoblíbenosti přírodovědných předmětů a k jejich považování za zbytečné pro praktický život v 70. letech 20. století výrazně přispělo scientistické paradigma. Z tohoto období také zůstala v gymnaziálním kurikulu přírodovědných předmětů „předimenzovanost“ učebních osnov. Při tvorbě rámcových vzdělávacích programů (RVP) na počátku 21. století byla matematika postavena zvláště do vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace, zatímco geografie jako vzdělávací obor byla zařazena do vzdělávací oblasti Člověk a příroda (RVP G, 2007).

V současné době se přírodovědné vzdělávání vyznačuje hledáním identity. Mělo by se však zabývat především komplexními tématy (například globálními ekologickými otázkami a problémy), podporovat vzájemný vztah mezi vědou, technikou a společností, redukovat obsah učiva v přírodovědných předmětech nebo se zaměřovat na interdisciplinární myšlení (Škoda, Doulík, 2009).

A právě interdisciplinaritě se věnuji ve své bakalářské práci. Vzhledem k tomu, že studuji obor Geografie a matematika se zaměřením na vzdělávání, zabývám se mezipředmětovými vazbami matematiky a zeměpisu. Myslím, že oba vyučovacích předměty k sobě mají velice blízko. Zeměpis hojně využívá matematických výpočtů, práci s grafy či práci se statistickými daty. Zeměpisný obsah v matematických příkladech pro změnu může probíranou látku oživit a ukázat studentům užitečnost těchto výpočtů.

¹ Pokud se bude jednat o školní vyučovací předmět, budu ve své práci používat termín zeměpis. Termín geografie budu užívat v případě, že bude řeč o vědním či vzdělávacím oboru.

Myslím, že se jedná o důležité a aktuální téma, avšak není to téma zcela nové. Mezipředmětové vztahy v minulosti ve své závěrečné práci řešila například Haladová (2015) u českého jazyka a literatury a dějepisu nebo Drábková (2011) u chemie a fyziky. Mezioborovým vztahům fyziky a chemie v přírodovědném vzdělávání se také věnoval Konečný (2016). Kálalová (2010, 2012) pro změnu zkoumala mezioborové vztahy chemie a geologie. Integrovanou výukou zeměpisu a tělesné výchovy se zabíral Posejpal (2012). Havelková (2014) prozkoumala rozvoj mapových dovedností v dějepisu, matematice a biologii. Přímo mezioborovým vazbám geografie a matematiky se dále věnovaly Leipertová (2010, 2012) a Matýsková (2011).

Leipertová (2010, 2012) ve své bakalářské a posléze i diplomové práci zanalyzovala mezioborový vztah kartografie a matematiky ve výuce na gymnáziu. Pozornost mimo jiné věnovala středoškolským učebnicím zeměpisu, ve kterých hledala vazby zmíněných dvou oborů. Matýsková (2011) studovala matematické dovednosti ve výuce geografie s důrazem na tematický celek Země jako vesmírné těleso. Zaměřila se také na středoškolské učebnice zeměpisu, které toto téma obsahují. Středoškolským učebnicím zeměpisu už tedy byla věnována v minulosti pozornost, a proto jsem se rozhodla se na mezipředmětové vazby matematiky a zeměpisu podívat z jiného pohledu – z pohledu matematiky.

Hlavním cílem předkládané bakalářské práce je analyzovat současnou situaci ohledně mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu na českých čtyřletých (a vyšším stupni víceletých) gymnáziích na teoretické úrovni a v rámci zamýšleného (projektového) kurikula. Na tento vztah nahlížím zejména z pohledu matematiky, neboť v něm vidím větší potenciál. Neočekávám, že vyučující zeměpisu s druhým aprobačním předmětem dějepis, biologie nebo tělesná výchova se pohnou do matematických výpočtů. Nějaké základní matematické výpočty (měřítko mapy, časová pásma apod.) a práce s grafy by se podle mého názoru v hodinách zeměpisu určitě objevit měly, není však zároveň vhodné matematiku do zeměpisu násilně vnucovat. Ale proč v hodinách matematiky s žáky například nepočítat délku rovníku, povrch a objem Země či odvodit vzoreček pro dohlednost? Myslím, že učitelé matematiky mohou ve svých hodinách využít zeměpisnou tematiku v mnoha oblastech. Uvedeného hlavního cíle práce dosáhnou pomocí několika dílčích cílů.

Nejprve zmíněný vztah prozkoumám na teoretické úrovni – mým prvním cílem je najít v odborné literatuře hlavní argumenty pro rozvíjení mezipředmětových vztahů obecně. Pokládám si následující výzkumnou otázku: Existují opodstatněné argumenty pro realizování mezipředmětových vztahů?

Druhý cíl se týká zamýšleného (projektového) kurikula. V rámci něj nejdříve zjistím, jak si stojí vzájemné vazby matematiky a geografie/ zeměpisu v současných českých kurikulárních dokumentech, dále pak zanalyzuji výskyt příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovou tematikou (tzv. aplikačních příkladů) a příkladů se zeměpisnou tematikou ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky. Snažím se zodpovědět tyto výzkumné otázky: Jsou v současném Rámcovém vzdělávacím programu pro gymnázia (RVP G) podporovány mezipředmětové vztahy matematiky a geografie? Zahrnuly tyto vztahy i gymnázia ve svých školních vzdělávacích programech (ŠVP)? Vyskytují se ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky aplikační příklady, konkrétně pak úlohy se zeměpisnou tematikou? Případně jakého zaměření jsou tyto příklady?

Struktura bakalářská práce odpovídá uvedeným cílům. V první části je rozpracován teoretický úvod k zamýšlenému kurikulu – vymezuji zde související pojmy a představuji chápání mezipředmětových vztahů v Česku. Ve druhé části práce se zabývám zamýšleným (projektovým) kurikulem. Zkoumám, jak se k vzájemnému vztahu matematiky a geografie/ zeměpisu staví RVP G a ŠVP vybraných škol. Dále vyhodnocuji analýzu standardních gymnaziálních učebnic matematiky z hlediska výskytu aplikačních příkladů, přičemž větší pozornost věnuji úlohám se zeměpisnou tematikou. Na závěr představuji vybrané výukové materiály, které se na mezipředmětové vztahy zaměřují.

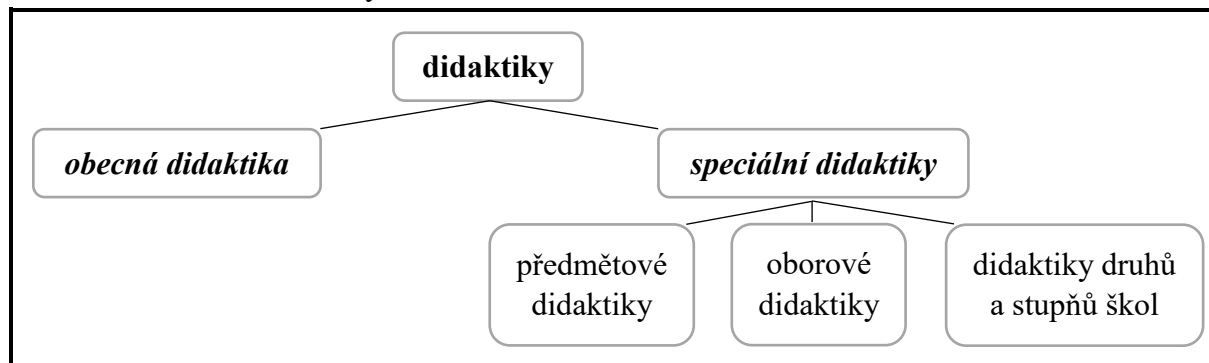
2 Teoretické zarámování výzkumu

S mezipředmětovými vazbami, kterými se ve své bakalářské práci zabývám, a celkově se vzdělávacím prostředím v Česku souvisí řada pojmů. Považuji proto za vhodné zde stručně specifikovat následující pojmy: didaktika a její členění, kurikulum, kurikulární reforma, systém kurikulárních dokumentů, klíčové kompetence a integrovaná výuka. V neposlední řadě nesmím samozřejmě opomenout vymezení mezipředmětových vztahů, jejichž analýza je hlavním cílem této bakalářské práce.

2.1 Didaktika a různá pojetí kurikula

Didaktika je pedagogická disciplína zkoumající problematiku vzdělávacích obsahů a procesů – tedy vyučování a učení. V současné době se setkáváme s tím, že se didaktika diferencuje, a dochází tak ke vzniku velkého množství dílčích disciplín (Janík 2009b, Mazáčová 2014). Podle zaměření didaktik rozlišuje Zormanová (2014) didaktiku obecnou, oborovou, předmětovou a školní. Obrázek 1 ukazuje, jakým způsobem rozděluje druhy didaktik Průcha (2015).

Obrázek 1: Diferenciace a systematizace didaktik



Zdroj: vlastní tvorba podle Průcha 2015

Janík (2009b) považuje obecnou didaktiku za základní pedagogickou disciplínu, která se snaží o uspořádání a vysvětlení podstatných didaktických jevů a zákonitostí a o definování obecně platných didaktických principů. Má za úkol objasňovat základní otázky, které zprostředkovávají propojení dílčích didaktických disciplín, a vyřešit jejich problémy na společném terminologickém základě. Plní tedy funkci integrační a koordinační.

Průcha a kol. (2013) vymezují obecnou didaktiku jako teorii edukačních procesů ve školním prostředí, přičemž je důraz kladen na vyučování, učivo a organizační formy školního vzdělávání.

Vymezení oborových didaktik, jak upozorňuje Janík (2009c), není doposud ustálené. Někteří ho chápou jako úzce pojímanou metodiku, jiní naopak komplexněji jako aplikovanou vědu založenou na základním výzkumu. Současný trend vývoje se přiklání spíše ke komplexnějšímu pojetí oborových didaktik.

Podle Pedagogického slovníku (Průcha a kol. 2013) je oborová didaktika interdisciplinární teorie, která se zabývá souhrnnou kurikulární koncepcí určité skupiny (například přírodovědných) předmětů, někdy však může jít i o jednotlivé předměty. Jedná se tedy hlavně o cíle a obsah příslušného vzdělávání, organizační formy, vyučovací metody a prostředky. Skalková (2007) připomíná, že udržování oborových didaktik vyžaduje jednak dobré znalosti pedagogiky a psychologie a jednak solidní znalosti příslušných vědních oborů. Zároveň vzájemný vztah obecné a oborové didaktiky je velmi blízký.

Oborové didaktiky můžeme podle Janíka (2009c) vnímat jako vědy, které zprostředkovávají daný obor nejrozličnějším příjemcům. Jejich předmětem studia je podle Brockmeyerové-Fenclové, Čapka a Kotáska (2000, s. 30) „celý komunikační proces v příslušném oboru a jemu odpovídající složka vzdělání jako významná lidská a společenská hodnota.“ Z oborového obsahu si podle Janíka (2009c) oborové didaktiky vybírají a zpracovávají jen to, co je pro vyučování a učení užitečné. V současné době se vyčleňují jako relativně autonomní vědní disciplíny, které se konstituují na průniku určité oblasti lidského poznávání a chování a jí odpovídající složce vzdělávání – ta bývá vymezena jako vyučovací předmět nebo jako vzdělávací oblast (širší celek).

Stuchlíkové, Janíka a kol. (2015) za oborovou didaktiku považují (na základě vědecké metodologie průběžně zpřesňovanou) odpověď na otázku proč, co, jak, koho, kdy a kde vyučovat. Upozorňují, že oborová didaktika není směsicí oborových disciplín a disciplín společenskovedních (především pedagogicko-psychologických) a zároveň také není ani metodikou vyučovacího předmětu, tedy souborem návodů, jak vyučovat. Pro citované autory je oborovou didaktikou například didaktika geografie či didaktika matematiky (která se však neorientuje jen na čistě matematické problémy).

Naproti tomu předmětové didaktiky řeší otázky výuky v konkrétních vyučovacích předmětech a většinou jsou považovány za jejich metodiky, tj. za recepty na „správné“ vyučování. Vytváří se ve vztahu k danému vyučovacímu předmětu a v podmínkách určených kurikulem školního vzdělávání (Janík 2009c). Metodika vyučovacího předmětu se podle Stuchlíkové, Janíka a kol. (2015) musí opírat o širší kontext oborově-didaktického poznání.

Z výše uvedeného vyplývá, že rozdíl mezi termíny oborová a předmětová didaktika není přesně vymezen. Autoři, kteří chápou oborovou didaktiku v užším slova smyslu, tyto pojmy

nerozlišují. Trna (2005) například považuje předmětovou didaktiku za součást didaktiky oborové.

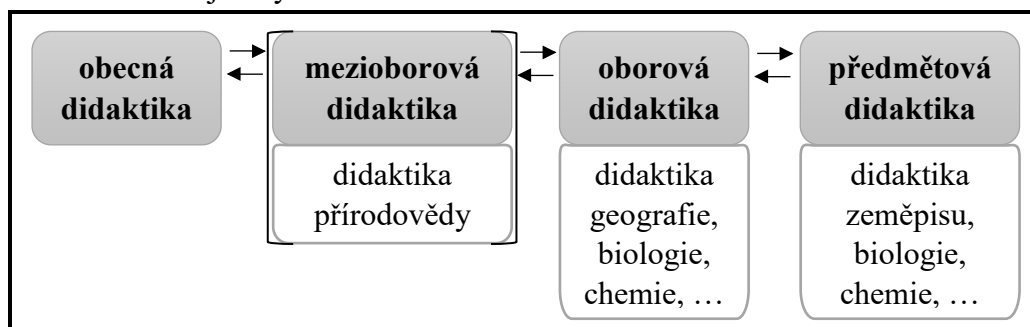
Někteří autoři podle Janíka (2009c) zavádějí pojem mezioborových (transdisciplinárních) didaktik s cílem vyřešit otázku interdisciplinarity ve vědě a mezipředmětových vztahů ve výuce. Pro tyto autory je společné, že se snaží pohybovat se v prostoru mezi obecnou didaktikou, která má obtíže s obsahovou konkretizací svých výpovědí, a oborovými didaktikami, kterým se pro změnu nedaří formulovat své výpovědi na vyšší úrovni obecnosti (Janík, Stuchlíková 2010).

Jedním z těchto autorů je Trna (2005), který upozorňuje, že oborové didaktiky mají v poslední době mnoho problémů, které neumějí efektivně řešit. Kurikulární reforma jim navíc situaci příliš neusnadňuje. Citovaný autor si myslí, že vyřešení některých problémů oborových didaktik by mohlo přispět i k řešení problémů pedagogiky, jako příklad zmiňuje odtrženost od praxe. Navrhuje proto konstituovat mezioborové didaktiky. „V našem pojetí mezioborovou didaktiku považujeme za didaktickou disciplínu, která zastřešuje skupinu příbuzných (blízkých) oborových didaktik“ (Trna 2005, s. 91). Příbuzností zde rozumí blízkost vlastních oborů, např. přírodovědné obory, a blízkost zkoumané problematiky, např. školní experiment v přírodovědných didaktikách.

Ve struktuře didaktických věd by měla mezioborová didaktika překrýt mezery, které v současné době jsou mezi oborovými didaktikami a obecnou didaktikou. Jedním z jejích hlavních úkolů by mělo být zmenšení přechodu od obecného ke konkrétnímu. Vzhledem k oborovým didaktikám mají mít mezioborové didaktiky dvě hlavní funkce – integrační a koordinační. Integrace by se využila při řešení společných problémů oborových didaktik a koordinace v ostatních oblastech, které setrvávají jako doména konkrétních oborových didaktik (Trna 2005). Jako příklad mezioborové didaktiky lze uvést didaktiku přírodovědy. V zahraničí rozvíjí koncepci mezioborových didaktik např. Hudson, Meyer a kol. (2011, cit. v Janík, Stuchlíková 2010).

Obrázek 2 ukazuje vzájemný vztah didaktik, ke kterému se přikláním já. Odpovídá to vymezení oborových didaktik podle Janíka (2009c) a Stuchlíkové, Janíka a kol. (2015). Oborová didaktika podle mého chápání zpřístupňuje vybraný oborový obsah různým adresátům, zároveň ale není metodikou vyučovacího předmětu. Didaktiku, která se váže ke konkrétnímu vyučovacímu předmětu a která je jeho metodikou, beru za didaktiku předmětovou. A pokud mám definovat své vnímání mezioborové didaktiky, ztotožňuji se s tím, že tato didaktika stojí nad vzájemně blízkými oborovými (například přírodovědnými) didaktikami, které propojuje.

Obrázek 2: Vzájemný vztah didaktik



Zdroj: vlastní tvorba

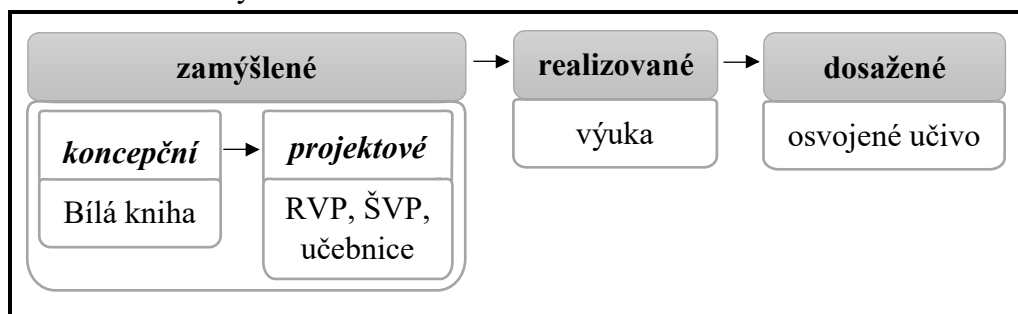
Dalším důležitým pojem úzce souvisejícím s didaktikou je kurikulum. Tento termín existoval v Evropě už v době Jana Amose Komenského, z jazykového povědomí se ale vytratil (Skalková 2007). Jako pedagogický pojem se v novodobé historii poprvé objevil ve 20. letech 20. století v USA a koncem 60. let se v podobě tzv. kurikulárního hnutí dostal do západoevropských zemí (Walterová 1994). V Česku se vyskytuje až od začátku 90. let, přičemž od počátku 21. století se stává, díky vydání Bílé knihy (2001) a následným změnám v českém školství, velmi frekventovaným pojmem. Jeho význam není jednoznačný, existuje mnoho různých definic (Podroužek 2002).

Podle Walterové (1994, s. 13) v širším slova smyslu „kurikulum zahrnuje komplex problémů vztahujících se k řešení otázek proč, koho, v čem, jak, kdy, za jakých podmínek a s jakými očekávanými efekty vzdělávat“.

V Pedagogickém slovníku (Průcha a kol. 2013, s. 137) jsou vymezeny tři základní významy kurikula: „1. Vzdělávací program, projekt, plán. 2. Průběh studia a jeho obsah. 3. Obsah veškeré zkušenosti, kterou žáci získávají ve škole a v činnostech ke škole se vztahujících, její plánování a hodnocení“. Přehled některých dalších typických definic kurikula uvádí Leipertová (2012) ve své diplomové práci.

Pro vymezení kurikula v užším slova smyslu se můžeme ztotožnit s Průchou (2013, s. 243), který tvrdí, že „pro moderní pedagogiku je zřejmě nejužitečnější takový přístup, jenž chápe kurikulum jakožto obsah vzdělávání“. Obrázek 3 zobrazuje roviny kurikula, které rozlišujeme. Tabulka 1 představuje vybrané typy kurikul, srovnání předmětového a integrovaného kurikula z hlediska struktury a koncipování obsahu pak přináší tabulka 2.

Obrázek 3: Roviny kurikula



Zdroj: vlastní tvorba podle Průcha 2013

Tabulka 1: Vybrané typy kurikula

formální = vzdělávací program formálního (školního) vzdělávání
neformální = mimotřídní a mimoškolní aktivity organizované školou
skryté = zkušenosti žáků, které nebývají uvedeny ve vzdělávacích programech – jeho typické výsledky: postoje vůči autoritě, učení se hodnotám a kulturním zvyklostem, socializace žáků, ...
předmětové (tradiční) = tradiční způsob koncipování obsahu a struktury vzdělávání podle jednotlivých vzdělávacích předmětů
integrované = vzdělávací program založený na integrované výuce

Zdroj: vlastní tvorba podle Podroužek 2002, Průcha a kol. 2013

Tabulka 2: Srovnání předmětového a integrovaného kurikula

předmětové kurikulum	integrované kurikulum
Atomizuje poznání, zaměřuje se jen na obsah a rozsah učiva, předává hotové poznatky.	Integruje poznání, zaměřuje se na vztahy a souvislosti v učivu.
Realita je uměle rozdělena (roztržena) na oddělené části. Stejně učivo je žákům překládáno v různých časových dimenzích, je spojováno s odlišnými přístupy, rozdílnou specifickou terminologií a v rozdílných souvislostech.	Realita je žákům předkládána uceleně, většinou v cyklicky se opakujících dimenzích, jedním logickým přístupem a se sjednocenou terminologií.
Nejsou rámcově respektovány vztahy a souvislosti mezi vzdělávacími obsahy různých učebních předmětů mnohdy i v rámci jednoho učebního předmětu.	Jsou většinou respektovány vztahy a souvislosti mezi vzdělávacími obsahy různých učebních předmětů a je podporováno celistvé (propojené) chápání skutečnosti žáky.
Typické je využívání bilaterálních mezipředmětových vazeb v učivu, mnohdy jen formálně.	Typické je využívání nejen bilaterálních, ale i multilaterálních mezipředmětových vazeb v učivu.
Navazuje na tradici učitelské přípravy u nás, tj. dvouoborové učitelské studium.	Vyžaduje zavést odlišnou profesní přípravu učitelů zaměřenou na širší předmětový základ, např. víceoborové učitelské studium.
Učivo více specializováno a probíráno do hloubky.	Menší specializace učiva. Nedodržení základních principů integrace může způsobit nelogičnost a povrchnost probíraného učiva.
Odpovídá vžitým stylům práce učitelů a žáků a neodporuje tradici.	Zavádí odlišné koncipování učiva odporující vžitým způsobům práce z hlediska obsahového i organizačního.

Zdroj: Podroužek 2002, s. 10

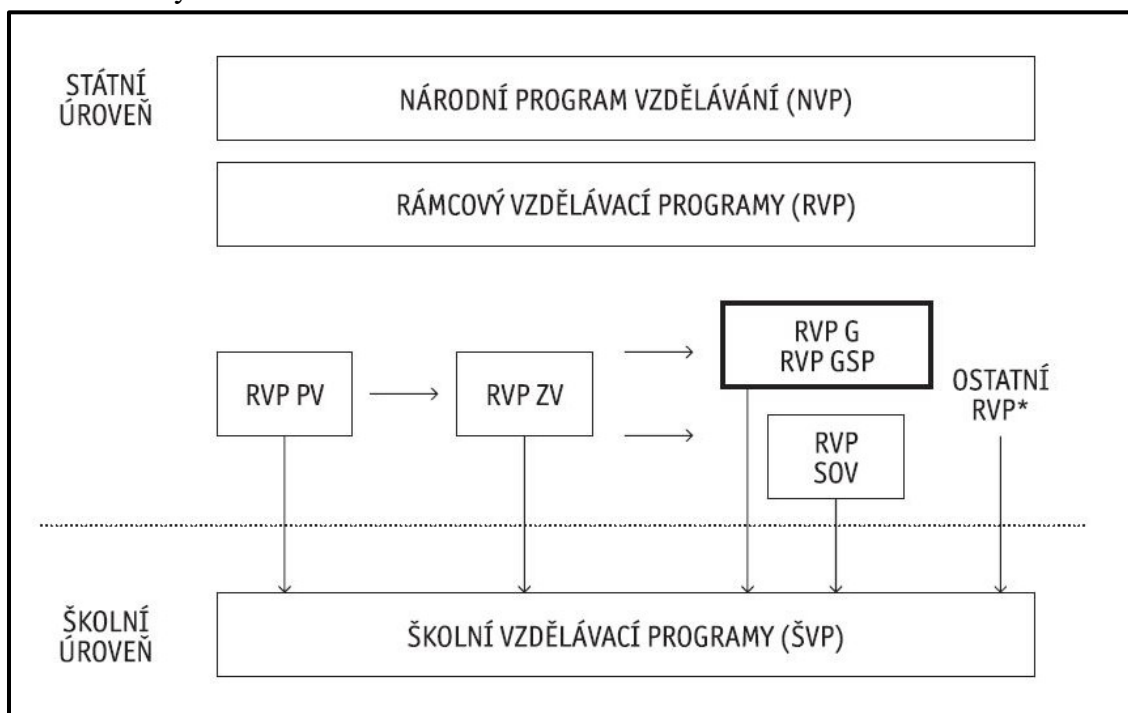
Zásadní změna koncepce kurikula a kurikulární politiky včetně její implementace do praxe se označuje za kurikulární reformu. V současné době jsou snahy o tvorbu takových kurikul školního vzdělávání, která by zabezpečovala přípravu na život v 21. století (Průcha a kol. 2013). Cílem těchto reforem je vždy získat určitou kvalitu školního vzdělávání. Podle Řezníčkové a kol. (2013, s. 9) se většina autorů shoduje na tom, že „proces vzdělávání je kvalitní, naplní-li se předem stanovené vzdělávací cíle“. Nesmíme přitom zapomínat, že vzdělávání je mnohoúrovňový a multifaktoriálně podmíněný proces (Řezníčková a kol. 2013). Kurikulární reforma proběhla v minulém desetiletí i v Česku a souviselo s ní zavedení systému kurikulárních dokumentů v našem vzdělávání.

Na celostátní úrovni se jednalo o Národní program rozvoje vzdělávání v České republice neboli tzv. Bílou knihu, která byla jakožto strategický dokument vydána Ministerstvem školství, mládeže a tělovýchovy v roce 2001. Vznikla v důsledku vývoje českého školství po roce 1989 a byla pojata „jako systémový projekt, formující myšlenková východiska, obecné záměry a rozvojové programy, které mají být směrodatné pro vývoj vzdělávací soustavy ve střednědobém horizontu“ (Bílá kniha 2001, s. 7). Zabývala se předškolním, základním a středním vzděláváním, terciárním vzděláváním a vzděláváním dospělých, pokrývala tedy celou vzdělávací soustavu.

Principy nové kurikulární politiky byly posléze upevněny v zákoně č. 561/2004 Sb., o předškolním, základním, středním, vyšším odborném a jiném vzdělávání. Tento školský zákon přinesl nový systém kurikulárních dokumentů (viz obrázek 4) pro vzdělávání žáků od 3 do 19 let (RVP G 2007).

Na státní úrovni se jedná o dva závazné dokumenty, a sice Národní program vzdělávání (NPV) a rámcové vzdělávací programy (RVP). Zatímco NPV řeší vzdělávání jako celek, RVP stanovuje rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé stupně – předškolní, základní a střední vzdělávání. Rámcové vzdělávací programy kladou důraz na klíčové kompetence, jejich provázanost se vzdělávacím obsahem a uplatnění získaných vědomostí a dovedností v praktickém životě. Také formulují očekávanou úroveň vzdělávání stanovenou pro všechny absolventy jednotlivých etap vzdělávání a v neposlední řadě podporují pedagogickou autonomii škol. Do školní úrovně kurikulárních dokumentů patří školní vzdělávací programy (ŠVP), podle kterých probíhá vzdělávání na jednotlivých školách. ŠVP si tvoří každá škola podle zásad zformulovaných v příslušném RVP (RVP G 2007). Mezi kurikulární dokumenty dále řadíme učební plány, učební osnovy, tematické učební plány, učebnice a metodické příručky (Zormanová 2014).

Obrázek 4: Systém kurikulárních dokumentů



Poznámka: RVP PV = Rámcový vzdělávací program pro předškolní vzdělávání

RVP ZV = Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání

RVP G = Rámcový vzdělávací program pro gymnázia

RVP GSP = Rámcový vzdělávací program pro gymnázia se sportovní přípravou

RVP SOV = Rámcový vzdělávací program pro střední odborné vzdělávání

Zdroj: RVP G 2007, s. 5

Po roce 2007 vzniklo větší množství strategických dokumentů dílčí povahy a důraz na sledování uceleného vzdělávání se dostal do pozadí. Vedlo to ke zhoršení orientace mezi vazbami a souvislostmi jednotlivých součástí vzdělávacího systému. Předpokládaná doba účinnosti Bílé knihy byla dávno překonána, a přitom nebyla nahrazena žádným dokumentem srovnatelného významu. Její analýzy a hodnocení navíc poukázaly, že mnohé v ní formulované cíle nebyly prakticky naplněny nebo je jejich úroveň naplnění obtížně kontrolovatelná. V neposlední řadě se od doby vzniku Bílé knihy výrazně proměnilo i prostředí, ve kterém dochází ke vzdělávání. Byla tu proto potřeba vytvořit nový dokument, který by stanovil základní rámec pro další rozvoj vzdělávacího systému. Stala se jím Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2020, která formuluje tři průřezové priority pro následující období: snižovat nerovnosti ve vzdělávání, podporovat kvalitní výuku a učitele jako klíčový předpoklad a odpovědně a efektivně řídit vzdělávací systém. Schválením tohoto dokumentu vládou 9. července 2014 pozbyla Bílá kniha definitivně platnost (Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2020).

Jak je zmíněno výše, společně se změnou cílů a obsahů školního vzdělávání se v pedagogice objevil i pojem klíčových kompetencí. Ten vychází z teorie kvalifikací a původně se využíval v profesním vzdělávání. Zakotvením klíčových kompetencí do kurikulárních dokumentů se zformulovaly univerzální cíle vzdělávání, které stanovují obecný základ vzdělávání (Průcha a kol. 2013). Podle Bílé knihy (2001) se měly klíčové kompetence stát nástrojem přeměny encyklopedického pojetí vzdělávání. „Klíčové kompetence představují soubor vědomostí, dovedností, schopností, postojů a hodnot, které jsou důležité pro osobní rozvoj jedince, jeho aktivní zapojení do společnosti a budoucí uplatnění v životě“ (RVP G 2007, s. 8).

Průcha a kol. (2013) podotýkají, že klíčové kompetence jsou jedním z cílů Lisabonské strategie Evropské unie. Evropská komise stanovila v roce 2003 následující oblasti klíčových kompetencí: komunikace v mateřském jazyce, komunikace v cizím jazyce, matematická gramotnost a kompetence v oblasti přírodních věd a techniky, kompetence v oblasti informačních a komunikačních technologií, kompetence k učení, kompetence sociální a občanské, smysl pro iniciativu a podnikavost a kulturní povědomí a vyjádření. Klíčové kompetence se proto začleňují do kurikulárních dokumentů ve všech zemích Evropské unie. V Česku jsou ukotveny v rámcových vzdělávacích programech pro jednotlivé etapy vzdělávání. Například v RVP G jsou stanoveny tyto oblasti klíčových kompetencí: kompetence k učení, k řešení problémů, komunikativní, sociální a personální, občanské a k podnikavosti. K jejich naplňování dochází v následujících osmi vzdělávacích oblastech: Jazyk a jazyková komunikace, Matematika a její aplikace, Člověk a příroda, Člověk a společnost, Člověk a svět práce, Umění a kultura, Člověk a zdraví, Informatika a informační a komunikační technologie (RVP G 2007).

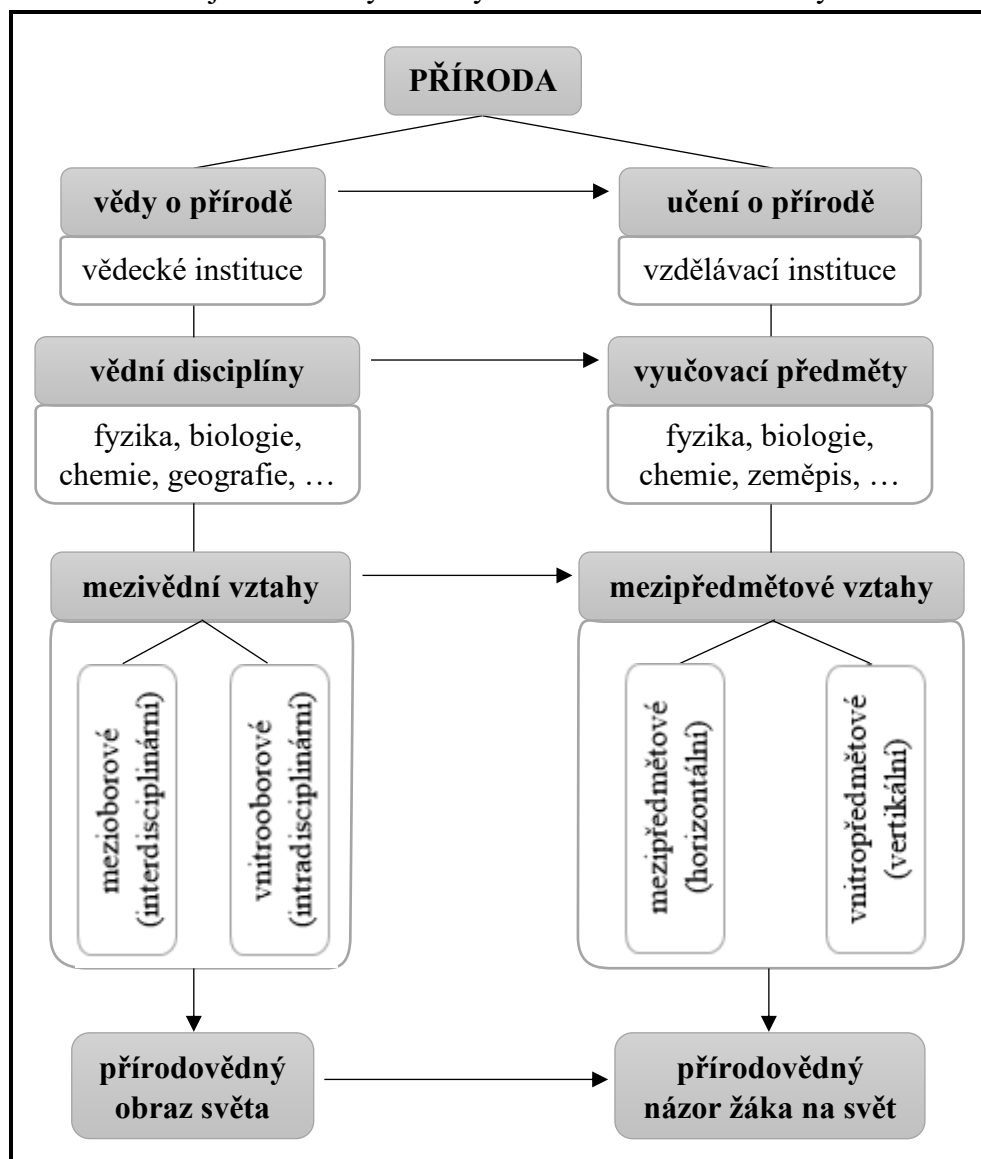
2.2 Mezipředmětové vztahy

Na začátku této podkapitoly je dobré si uvědomit, že mezipředmětové vztahy jsou didaktickou modifikací vztahů mezivědních (Janás 1985). Obrázek 5 názorně přibližuje vazbu didaktického a vědního systému na příkladu přírodovědného vzdělávání.

Plch (1987) uvádí, že díky integraci poznatků vědních oborů v různých pedagogických koncepcích a metodách můžeme zvládat stále rostoucí množství poznatků a že pomocí komplexnějšího poznání světa lze překonávat jejich izolovanost. Prvky integrace spatřuje už v myšlenkách Jana Amose Komenského. Touto problematikou se zabýval i Gustav Adolf Lindner, první profesor pedagogiky na „české“ univerzitě v Praze, který podle Plcha (1987, s. 5) „vzrůstajícímu rozsahu učební látky a přečeňování kvantity vědomostí chtěl čelit výběrem

látky ,co do jakosti a množství‘, jejím rozdělením do jednotlivých oborů /úkolů/ a jejich spojováním k dosažení organické myšlenkové jednoty.“

Obrázek 5: Vzájemné vztahy a vazby didaktického a vědního systému



Zdroj: vlastní tvorba podle Janás 1985

Skalková (2007) popisuje, že při snahách překonat poznatkový encyklopedizmus v 50. letech 20. století přišel Otokar Chlup s teoretickou koncepcí nového obsahu vzdělávání, když vymezil základní učivo a kritéria jeho výběru. Z hlediska pojetí učiva bylo jedním z kritérií realizovat tzv. mezipředmětové souvislosti. Jednalo se o souvislosti poznatků jak v rámci jednoho předmětu, tak z různých předmětů. Jeho koncepce se ve školní praxi realizovala během experimentálního vyučování, které sám inicioval. I od konce 50. let 20. století se v rámci tzv. modernizace vzdělávání, jejíž snahou bylo uvést obsah školního vzdělávání do souladu s moderní vědou a technikou, prosazovalo úsilí realizovat integrační

principy a syntézu poznání. Novou strukturu učiva charakterizovaly obecné pojmy a principy, na základě kterých bylo možné pochopit celou řadu zvláštních poznatků. Orientace na poznatky zásadnější povahy měly přispět i k překonání přetěžování žáků.

Za zmínku stojí také koncepce struktury pojmů amerického pedagoga a psychologa J. S. Brunera. Mezi základní pojmy jeho koncepce patřil pojem struktury a podle jeho definice, kterou cituje Skalková (2007, s. 76), „učit se struktuře znamená ... učit se poznávat, jaké vztahy jsou mezi věcmi“. Zasloužil se o zvýšení zájmu o kvalitu vzdělávání a tvrdil, že „vědomosti získané bez jasné struktury jsou izolované, navzájem nepropojené a rychle se zapomínají“ (Skalková 2007, s. 76).

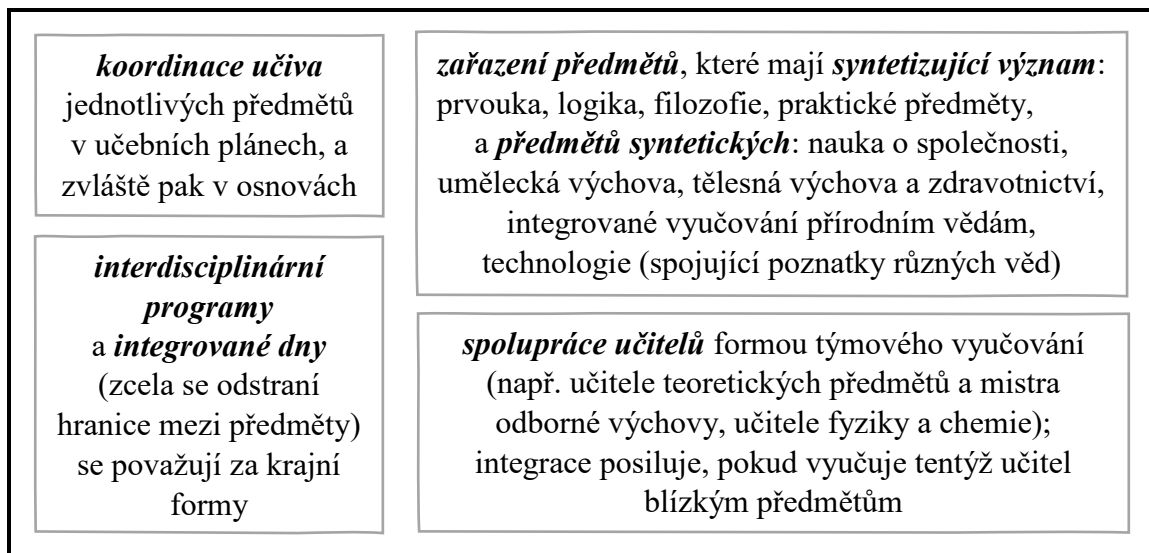
Ve výše uvedeném nacházíme ideje směřující proti poznatkové roztržitosti, které byly ve druhé polovině 20. století postupně rozvíjeny. Na intenzitě nabývaly i proto, že byl v té době podporován růst předmětů, a tedy poznatková roztržitost, na kterou měl vliv nejen rozvoj vědy a techniky, ale i tlak potřeby společenské praxe na obsah školního vzdělávání. Způsoby, které podporují vztahy mezi předměty a syntézu poznání, byly zkoumány empiricky. Obrázek 6 ukazuje příklady těchto způsobů. Dnes integrační procesy velmi podporuje rozvoj moderní vědy (Skalková 2007).

V Bílé knize (2001) bylo za jednu ze šesti hlavních strategických linií pro období 2001–2005 stanoveno přizpůsobování vzdělávání potřebám života ve společnosti znalostí. Jedním z dílčích cílů pak bylo i podporování využívání a šíření nových aktivních výukových strategií (např. projektové výuky a různých forem mezipředmětové integrace), které povedou k rozvíjení klíčových kompetencí. Tento cíl byl posléze implementován i do kurikulárních dokumentů. A tak mezi principy RVP G (2007) patří mj. i podporování komplexního přístupu k realizaci vzdělávacího obsahu, včetně možnosti jeho vhodného propojování.

Nově jsou také do vzdělávání povinně zařazena průřezová témata, která mají ovlivňovat postoje a hodnoty žáků. Pomáhají také doplňovat či propojovat to, co si žáci již během studia osvojili. Na čtyřletých (a vyšším stupni víceletých) gymnáziích se jedná o následujících pět (aktuálních) témat: Osobnostní a sociální výchova, Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech, Multikulturní výchova, Environmentální výchova a Mediální výchova. S těmito tématy by se žáci měli setkávat opakovaně a v různých podobách, aby si nemysleli, že se určité téma týká jen jednoho předmětu (např. Environmentální výchova jen biologie) a aby získali a upevnili si určité dovednosti a postoje. Prostřednictvím průřezových témat by si žáci měli uvědomit provázanost jednotlivých předmětů a naučit se k problémům přistupovat komplexně, uvažovat o nich z různých hledisek a řešit je různými metodami. Každá škola ve svém ŠVP musí uvést přehled začlenění a formy realizace průřezových témat a jejich

tematických okruhů, včetně ročníku, vyučovacího předmětu a způsobu realizace (např. projekt, integrace do předmětu, samostatný předmět), (Manuál pro tvorbu ŠVP na gymnáziích 2007, RVP G 2007).

Obrázek 6: Příklady způsobů, které podporují vztahy mezi předměty a syntézu poznání



Zdroj: vlastní tvorba podle Skalková 2007

Vazby mezi jednotlivými vyučovacími předměty, které přesahují předmětový rámec, se v Pedagogickém slovníku (Průcha a kol. 2013) vymezují jako mezipředmětové vztahy. Napomáhají pochopit souvislosti dílčích obsahů a slouží jako prostředek integrace obsahu vzdělávání. Se samotným pojmem mezipředmětové vztahy se ale v literatuře příliš nesetkáme. Říhová (2016) uvádí, že od roku 2000 nevyšla žádná publikace s tímto názvem. Tento pojem nenajdeme ani ve věcném rejstříku například Obecné didaktiky od Zormanové (2014), Školní didaktiky od Kalhouse a Obsta (2002), Moderní pedagogiky od Průchy (2013) či Přehledu pedagogiky taktéž od Průchy (2015). I když se RVP G (2007) zabývá mezipředmětovou integrací, termín mezipředmětových vztahů se zde vyskytuje pouze čtyřikrát. Jak uvádí Hudecová (2004), může se zdát, že pojem mezipředmětových vztahů z obecně pedagogické i didaktické literatury zmizel. Zájem o tuto problematiku ale nevyprchal, ba naopak došlo k jejímu hlubšímu propracování. A pojem tím nejspíše přestal vyhovovat přesnému vystihnutí tzv. mnohvrstevnatosti. Zmíněná autorka také upozorňuje na nebezpečí terminologických nejasností ohledně chápání mezipředmětových vztahů či mezipředmětových témat.

Z obrázku 5 vidíme, že Janás (1985) rozlišuje vztahy mezioborové/ mezipředmětové (vztahy mezi systémy poznatků jednotlivých věd/ vyučovacích předmětů) a vnitrooborové/ vnitropředmětové (vztahy mezi systémy poznatků uvnitř každé vědní disciplíny/ vyučovacího předmětu). Právě důsledná organizace vnitrooborových/ vnitropředmětových vztahů má být

základem a východiskem k vysvětlení vztahů mezioborových/ mezipředmětových. Užití mezipředmětových vztahů směřuje ke koordinaci systémů poznatků v jednotlivých vyučovacích předmětech, přičemž citovaný autor uvažuje koordinaci obsahovou (vnitřní souvislosti obsahu učiva), metodickou (způsob výkladu a používání společných pojmů, metod a metodických postupů v příbuzných předmětech) a časovou (návaznost, případně posloupnost využívání vnitřních souvislostí obsahu učiva v různých vyučovacích předmětech).

Je důležité si uvědomit, že mezipředmětové vazby nevyvracejí jednotlivé vzdělávací předměty či vědní obory. Aplikace znalostí z více předmětů/ oborů se doplňuje a vede k ucelenému poznání. Dá se to přiblížit na příkladu ředitele nemocnice, který by měl mít vzdělání jak lékařské, tak ekonomické (Kučerová a kol. 2013). Zabývat se integrací učiva z různých oblastí poznání je prospěšné zejména proto, že nežijeme jen v „segmentované“ (například dějepisné) realitě. Integrace může probíhat v oblastech oborově blízkých (například zeměpis – geologie – biologie), oborově odlišných či vzdálenějších (například cizí jazyk – dějepis – chemie) a oborového učiva a učiva typu tzv. životních dovedností (například dějepis – osobnostní výchova), (Valenta 2011).

K efektivnějšímu uplatňování mezipředmětových vazeb podle Podroužka (2002) přispívá z integrovaného kurikula (viz tabulka 2) vycházející integrovaná výuka. Pedagogický slovník (Průcha a kol. 2013) ji definuje jako výuku, která realizuje mezipředmětové vztahy a propojuje teoretické činnosti s praktickými. Může se jednat o integrované předměty, kurzy, témata zařazovaná jako součást více předmětů, projekty spojující poznatky z více předmětů s praktickými zkušenostmi a produktivními činnostmi nebo o integrované dny. Podroužek (2002) rozlišuje integraci horizontální (mezipředmětové vazby v obsahu jednotlivých učebních předmětů) a vertikální (propojení teoretických poznatků s praktickými činnostmi žáků).

S integrovanou výukou se v našem školství obvykle setkáváme jen na prvním stupni základní školy v předmětech prvouka (integrace biologie, geografie, historie a sociologie), přírodověda (integrace biologie, ekologie, chemie, geologie a fyziky) a vlastivěda (integrace geografie, historie a sociologie). Zmíněné prvostupňové předměty spadají podle současného RVP ZV (2007) do vzdělávací oblasti Člověk a jeho svět, v některých ŠVP (např. „Škola pro život“, Základní škola Žižkova, Turnov) jsou tyto předměty zachovány, v jiných (např. ŠVP Základní škola Plešivec, Český Krumlov) jsou naopak sloučeny do jednoho předmětu, který je pojmenován podle uvedené vzdělávací oblasti.

Integrace předmětů na druhém stupni základní školy není v českém školství příliš podporovaná. Při diskuzích o zavedení integrované výuky na vyšším stupni vzdělávání u nás často vznikají nedorozumění. Někteří ji totiž chápou jako zachování jednotného všeobecně

vzdělávacího předmětu (například přírodovědy) do vyššího školního věku, zatímco jiní chtějí integrovat doposud vybudované poznatky z biologie, z chemie, z geografie, z ekologie a z fyziky. Ve světě je současným trendem stále větší integrace učiva. V anglosaských zemích je například běžná společná výuka přírodovědných poznatků (předmět science) do vyššího školního věku (Bílek, Rychtera, Slabý 2008; Podroužek 2002).

Podroužek (2002) si je vědom toho, že zavádění integrované výuky na druhém stupni našich základních škol by se setkalo s řadou problémů. Bylo by potřeba vyřešit například neexistenci učebnic, které by vycházely z integrovaného kurikula a zásad integrované výuky, nepřipravenost vyučujících k integrované výuce, nedůvěru odborníků, vyučujících a širší veřejnosti a malou propracovanost řešení problematiky didaktické transformace vědních poznatků na didaktické poznatky pro integrovanou výuku.

Právě vzhledem k náročnosti zavedení integrované výuky jsou podle Rakoušové (2008) velmi zajímavé ty varianty integrace, které integrované výuce předcházejí. Jediné téma při nich tvoří základ výuky ve všech předmětech, a usnadňuje tak vidět žákům souvislosti mezi jednotlivými myšlenkami projektu, nebo se dané téma vyskytuje napříč všemi předměty společně s uplatněním kognitivních a sociálních dovedností. Jednotlivé vyučovací předměty jsou tedy při těchto variantách integrace zachovány.

Na nutnost řešit problematiku mezipředmětových souvislostí v našem školství poukazuje již Skalková (1962). Příčiny této nutnosti vidí jednak v nedostatku vědomostí žáků, jednak v nárůstu požadavků společnosti na přípravu mladých lidí. Mezi podstatné impulsy pro řešení uvedené problematiky patří překonávání izolovaných struktur poznatků (v rámci jednoho vyučovacího předmětu i mezi různými předměty) a zlepšení kvality myšlenkových procesů žáků.

Problematika mezipředmětových vztahů ale nepatří mezi nové. Plch (1987) upozorňuje, že každá nová vlna vědecko-technologického rozvoje stále naléhavěji klade důraz na potřebu jejího řešení, a činí ji tak stále aktuální. I Bílek, Rychtera a Slabý (2008) se shodují, že otázka mezipředmětových vztahů je již od nepaměti spojována se snahou inovovat vzdělávací program. Valenta (2011) potom uvádí, že realizace ideje komplexity ve školní praxi kulhala a stále kulhá. Příčiny vidí například:

- v rozporu mezi humanistickými ideály a realitou života společnosti,
- v nedostatku psychologických a pedagogických poznatků,
- v rozporu mezi prohlášeními a skutečným zájmem vládců či politiků,
- v mechanickém přebírání vyučovacích metod mezi generacemi učitelů,
- v nepružnosti vývoje školní praxe,

- ve vlivu schémat a autoritářských prvků ideologií,
- v ne vždy optimálních osobnostních kompetencích učitelů.

Závěrem této podkapitoly lze na základě výše uvedeného shrnout, že zabývat se otázkou prohlubování mezipředmětových vztahů ve výuce je důležité a smysluplné. Jedná se však o nelehký úkol. Dokládá to i fakt, že se dodnes tuto problematiku nepodařilo zcela vyřešit. V důsledku nedostatečné horizontální integrace, tedy nedostatečného propojování učiva jednotlivých předmětů, mohou mít žáci například problém s řešením úloh obdobného typu jako je úloha v příloze 3. Nejednoznačné terminologické vymezení elementárních pojmů může být také jednou ze zásadních překážek.

2.3 Shrnutí a formulace hypotéz

Z výše citované odborné literatury podle mého názoru vyplývá, že mezi nejdůležitější argumenty pro realizování mezipředmětových vztahů ve výuce patří překonání izolovanosti poznatků a vytváření komplexního pohledu na svět. Tuto ideu najdeme u Plcha (1987), Podroužka (2002), Skalkové (1962, 2007), Valenty (2011) a dalších. Myslím, že zásadní roli při realizaci mezipředmětových vztahů v praxi hraje učitel. Velmi záleží na jeho přístupu k této problematice a na tom, jak svou výuku pojme. Pro koordinaci mezipředmětových vztahů je také nutná spolupráce učitelského kolektivu (Hudecová 2004, Plch 1987). Současná izolovanost jednotlivých vyučovacích předmětů mezipředmětové vazby ve výuce příliš nepodporuje, ale i přesto existují různé varianty integrace učiva (Rakoušová 2008). V neposlední řadě je zde problém nejednoznačného vymezení termínů – například vymezení oborové a předmětové didaktiky či chápání mezipředmětových vztahů/ témat.

Ve své bakalářské práci se zabývám kurikulem zamýšleným (projektovým). Ke druhému cíli této práce, který se týká analýzy současných kurikulárních dokumentů z hlediska vzájemných vazeb matematiky a geografie/ zeměpisu a analýzy výskytu aplikačních příkladů, konkrétně pak příkladů se zeměpisnou tematikou ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky, formuluji následující hypotézy. V souvislosti s tím uvádím i dané výzkumné otázky.

- Jsou v současném RVP G podporovány mezipředmětové vztahy matematiky a geografie?
→ hypotéza 1: „V RVP G je i u vzdělávacích oborů Matematika a její aplikace a Geografie podporováno propojování znalostí a dovedností.“

Vycházím zde z jedno z principů RVP G, který podporuje komplexní přístup k realizaci vzdělávacího obsahu.

- Zahrnuly tyto vztahy i gymnázia ve svých ŠVP?
 - hypotéza 2: „Mezi ŠVP jednotlivých škol existují velké rozdíly v detailnosti rozepsání konkrétních mezipředmětových vazeb.“

Vzhledem k tomu, že ŠVP si každá škola zpracovávala sama, je mi logické, že se jednotlivé ŠVP od sebe liší, a to i v míře podrobnosti rozepsání mezipředmětových vztahů.
- Vyskytují se ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky aplikační příklady, konkrétně pak úlohy se zeměpisnou tematikou?
 - hypotéza 3: „Ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky se aplikační příklady vyskytují, jejich procento zastoupení však není příliš velké. Úlohy se zeměpisnou tematikou se zde příliš nevyskytují.“
- Případně jakého zaměření jsou tyto příklady?
 - hypotéza 4: „V úlohách se zeměpisnou tematikou je nejvíce zastoupena fyzická geografie.“

U hypotéz 3 a 4 vycházím z vlastní zkušenosti, kdy jsem se při studiu na gymnáziu v hodinách matematiky s aplikačními příklady setkala v malé míře, s příklady se zeměpisnou tematikou však téměř vůbec. Když už měla úloha zeměpisnou tematiku, byla v ní vazba na fyzickou geografii.

3 Zamýšlené kurikulum mezipředmětových vztahů matematiky a geografie/ zeměpisu na základě analýzy RVP G a ŠVP

Zabývá-li se geografie vztahy v prostoru, matematickým vztahům neunikne. Jako konkrétní příklady lze uvést práci s měřítkem mapy při osvojování kartografických znalostí a dovedností, výpočty svažitosti reliéfu či charakteristiky průtoku a povodí v rámci fyzické geografie, ale také čtení a konstrukci grafů se sociálně-geografickou tematikou (Kučerová a kol. 2013). Vazbám matematiky a zeměpisu ve výuce na gymnáziu se již v minulost věnovaly Leipertová (2010, 2012) a Matýsková (2011), výzkumem integrovaného matematicko-přírodovědného vzdělávání v českém školství se zabýval Vachek (1985, cit. v Skalková, 2007).

Ačkoliv v minulosti nebyly mezipředmětové vztahy v našem školství zformulovány do podoby konkrétních cílů v učebních osnovách a v učebnicích, a soustavnější integrace vědomostí žáků se tak většinou nevyskytovala, tradice propojování zeměpisu s přírodovědnými předměty a s matematikou byla na gymnáziu na dobré úrovni (Kühnlová 1999).

Cílem této části bakalářské práce je najít odpovědi na dvě výzkumné otázky: Jsou v současném RVP G podporovány mezipředmětové vztahy matematiky a geografie? Zahrnuly tyto vztahy i gymnázia ve svých ŠVP? Rozhodnuto také bude o platnosti stanovených hypotéz.

3.1 Mezipředmětové vztahy matematiky a geografie v RVP G

V kurikulárních dokumentech se podle Maršáka (2006) v rámci přírodovědného vzdělávání dnes už neprosazuje zvládnutí co největšího objemu současného vědeckého přírodovědného poznání, naopak je při výběru vzdělávacího obsahu kladen důraz na vybrané segmenty přírodovědného vzdělávání. V první řadě by se mělo jednat o fundamentální přírodovědné pojmy, zákonitosti nebo metody, neboť právě ty mají širokou (průřezovou) povahu. Díky ní se vytváří i lepší předpoklady k propojování různých vzdělávacích obsahů kurikul.

Podle RVP G (2007) má být zvládnutí matematického aparátu, prvků matematického myšlení, tvorba hypotéz a deduktivní úvahy nástrojem pro nové hlubší poznání a podmínkou dalšího studia. Matematické vzdělávání nejen rozvíjí abstraktní a analytické myšlení či logické usuzování, ale také podporuje hledání objektivní pravdy pomocí srozumitelné a věcné argumentace. Jedním z cílů vzdělávací oblasti Matematika a její aplikace je mimo jiné vedení

žáků k porozumění vzájemných vztahů a vazeb mezi okruhy učiva a k užití matematických poznatků v dalších vzdělávacích oblastech.

Jak bylo řečeno už dříve, vzdělávací obor Geografie patří v RVP G (2007) jen do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, a to i přesto, že kromě přírodovědné složky obsahuje i složku společenskovední. Bylo tak učiněno především z důvodu zachování jednoty tohoto oboru. Ve vzdělávací oblasti Člověk a příroda jsou dále vzdělávací obory Fyzika, Chemie, Biologie a Geologie. Přírodovědné vzdělávání na gymnáziu se má orientovat především na hledání zákonitostí mezi poznanými přírodními objekty nebo procesy. Studium přírody potřebuje komplexní (interdisciplinární) přístup. Vyžaduje proto úzkou spolupráci jednotlivých přírodovědných oborů. Jedním z cílů této vzdělávací oblasti je i vést žáky k aplikaci odpovídajících matematických a grafických prostředků při vyjadřování přírodovědných vztahů a zákonů.

Vzdělávací oblast Člověk a společnost má žáka naučit kriticky reflektovat skutečnost, posuzovat různé přístupy k řešení problémů každodenní praxe a aplikovat poznatky do současnosti. Dále vede k utváření historického vědomí, k uchování kontinuity tradičních hodnot naší civilizace a k občanskému vzdělávání mládeže. Cíle této oblasti jsou realizovány prostřednictvím vzdělávacích oborů Občanský a společenskovední základ, Dějepis a Geografie, avšak vzdělávací obsah posledního jmenovaného vzdělávacího oboru v této vzdělávací oblasti zařazen není.

V současném závazném kurikulárním dokumentu pro gymnaziální vzdělávání je tedy vyzdvihnuta důležitost matematiky pro jakékoliv další studium a zároveň jsou zde snahy o používání matematiky v jiných vyučovacích předmětech. Vzdělávací obsah jednotlivých vzdělávacích oborů popisuje RVP G (2007) stručně a obecně. Tabulka 3 zobrazuje ty očekávané výstupy žáka ze vzdělávacích oblastí Matematika a její aplikace a Geografie, které mají mezipředmětové uplatnění ve druhém zkoumaném vzdělávací oboru.

Tabulka 3: Vzdělávací obory Matematika a její aplikace a Geografie v RVP G (výběr)

Matematika a její aplikace		
vzdělávací obsah	očekávané výstupy	učivo
argumentace a ověřování	Žák rozliší správný a nesprávný výsledek.	<ul style="list-style-type: none"> • základní poznatky z matematiky • výroková logika
	Žák vytváří hypotézy, zdůvodňuje jejich pravdivost a nepravdivost, vyvrací nesprávná tvrzení.	
	Žák zdůvodňuje svůj postup a ověřuje správnost řešení problému.	
číslo a proměnná	Žák geometricky interpretuje číselné, algebraické a funkční vztahy, graficky znázorňuje řešení rovnic a nerovnic a jejich soustav.	<ul style="list-style-type: none"> • rovnice a nerovnice

číslo a proměnná	Žák analyzuje a řeší problémy, v nichž aplikuje řešení lineárních a kvadratických rovnic a jejich soustav.	• rovnice a nerovnice
práce s daty, kombinatorika, pravděpodobnost	Žák řeší reálné problémy s kombinatorickým podtextem.	• kombinatorika • práce s daty
	Žák diskutuje a kriticky zhodnotí statistické informace a daná statistická sdělení.	
	Žák volí a užívá vhodné statistické metody k analýze a zpracování dat (využívá výpočetní techniku).	
	Žák reprezentuje graficky soubory dat, čte a interpretuje tabulky, diagramy a grafy, rozlišuje rozdíly v zobrazení obdobných souborů vzhledem k jejich odlišným charakteristikám.	
závislosti a funkční vztahy	Žák modeluje závislosti reálných dějů pomocí známých funkcí.	• funkce • posloupnost
	Žák řeší aplikační úlohy s využitím poznatků o funkcích a posloupnostech.	
	Žák interpretuje z funkčního hlediska složené úrokování, aplikuje exponenciální funkci a geometrickou posloupnost ve finanční matematice.	
geometrie	Žák řeší planimetrické a stereometrické problémy motivované praxí.	• geometrie v rovině a v prostoru
Geografie		
vzdělávací obsah	očekávané výstupy	učivo
geografické informace a terénní vyučování	Žák čte, interpretuje a sestavuje jednoduché grafy a tabulky, analyzuje a interpretuje číselné geografické údaje.	• geografický a kartografický vyjadřovací jazyk

Zdroj: vlastní tvorba podle RVP G 2007

3.2 Mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu ve vybraných ŠVP

Při výběru gymnázií, jejichž ŠVP analyzuji z hlediska mezipředmětového vztahu matematiky a zeměpisu, byla hlavním kritériem přítomnost vyučujícího s aprobací matematika a zeměpis v pedagogickém sboru školy. Jak je již uvedeno dříve, ŠVP si tvoří každá škola sama, a proto si myslím, že je větší pravděpodobnost, že se konkrétní příklady mezipředmětového vztahu matematiky a zeměpisu objeví právě ve ŠVP těch škol, na kterých působí učitel s uvedenou aprobací. Dále zde do budoucna vidím potenciál v podobě případné spolupráce s vyučujícími se zmíněnou aprobací. Celkem bylo pro účely analýzy vybráno 15 všeobecných gymnázií (studijní obory 79-41-K/81, 79-41-K/61 a 79-41-K/41), přičemž na víceletých gymnáziích mě zajímal jejich vyšší stupeň. V 80 % jde o státní, ve zbylých 20 % o soukromé školy. Abecední seznam a charakteristika vybraných gymnázií je uvedena v příloze 4.

V příloze 5 jsou ze ŠVP těchto gymnázií vypsány mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu². V pěti ŠVP není žádná konkrétní zmínka příslušného mezipředmětového vztahu, u dalších dvou ŠVP je tento vztah uveden jen obecně v popisu vyučovacích předmětů. Konkrétní mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu ze zbylých osmi ŠVP jsou uvedeny v tabulce 4. U vyučovacího předmětu matematika je mezipředmětový vztah se zeměpisem uveden v opakování učiva základní školy (kartografie), v základních poznatcích z matematiky (kartografie, fyzická geografie), v rovnicích a nerovnicích, v planimetrii (kartografie, fyzická geografie), ve stereometrii (fyzická geografie, geologie), ve funkcích, v goniometrii, v analytické geometrii (fyzická geografie), v posloupnostech a řadách (sociální geografie) nebo ve statistice (geoinformatika). U předmětu zeměpis se objevuje mezipředmětový vztah s matematikou především v kartografii, dále ve fyzické geografii (v učivu o Zemi jako vesmírném tělese a v terénní výuce) a pouze jednou v sociální geografii.

Tabulka 4: Shrnutí konkrétních mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu ve ŠVP vybraných škol

matematika – mezipředmětový vztah se zeměpisem
<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • opakování učiva základní školy – měřítko mapy • základní poznatky – velká a malá čísla jako délky pohoří, rozlohy moří, pouští, ... <ul style="list-style-type: none"> – výroky – kartografie • rovnice a nerovnice – reálné závislosti modelované pomocí lineárních rovnic a nerovnic s více neznámými • planimetrie – měřítko mapy <ul style="list-style-type: none"> – shodná zobrazení, stejnolehlost, konstrukční úlohy: souřadnice
<p>2. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • planimetrie – úhel azimutu, zeměpisná délka a šířka <ul style="list-style-type: none"> – zobrazení v rovině: kartografická projekce podobná zobrazení • funkce – grafické znázornění různých závislostí, souřadnice • goniometrie (v pravouhlém trojúhelníku) – souřadnice
<p>3. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • stereometrie – metrické vlastnosti: geologie <ul style="list-style-type: none"> → odchylka geologické vrstvy od vodorovné roviny – tělesa: zeměpisná pásma, vesmírná tělesa, Země – příklad koule • analytická geometrie – souřadnice: aplikace v astronomii • posloupnosti a řady – změna demografických údajů
<p>4. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • statistika – dálkový průzkum Země <ul style="list-style-type: none"> – analýza reálných statistických souborů

² Ve vyučovacím předmětu zeměpis je dnes často kromě vzdělávacího oboru Geografie integrován i vzdělávací obor Geologie.

zeměpis – mezipředmětový vztah s matematikou

1. ročník:

- planeta Země – jednotky vzdáleností
- kartografie – grafy, tabulky
 - základní poznatky z matematiky
 - geometrie v rovině a v prostoru, číslo a proměnná, měřítko map a plánů (lineární závislosti)
- regionální geografie – statistické údaje, grafy
- geografické informace a terénní vyučování – úhly, převody jednotek

2. – 4. ročník:

- regionální zeměpis – grafy, diagramy, statistické údaje

3. ročník:

- kartografie – geometrie v rovině a v prostoru, zobrazení, funkce
- terénní geografická a geologická výuka – úhel, jednotky

Zdroj: vlastní tvorba podle ŠVP jednotlivých škol

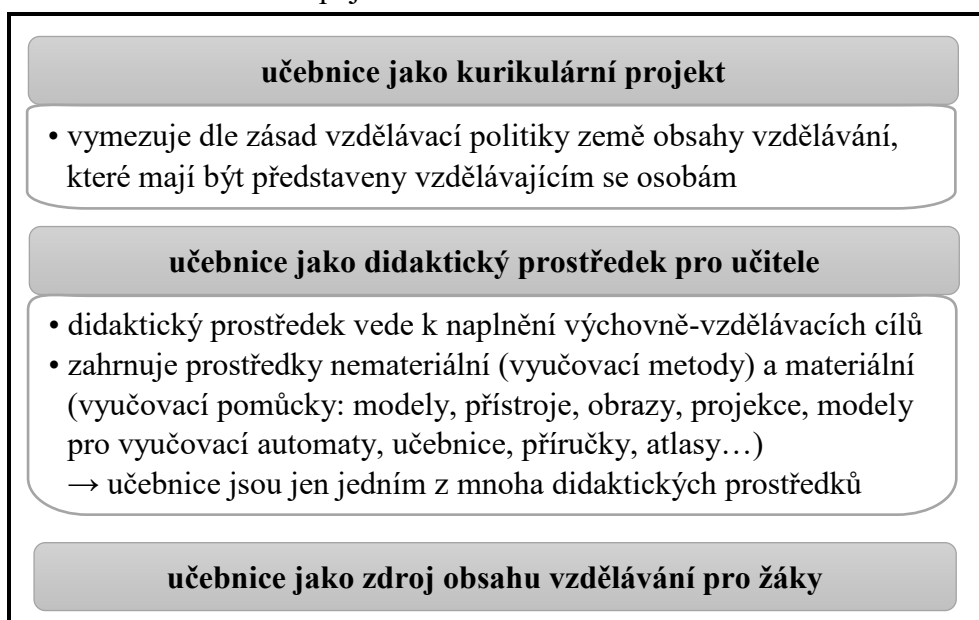
Jak bylo uvedeno výše, RVP G mezipředmětové vztahy podporuje, žádné konkrétní vztahy matematiky a geografie ale neuvádí. Vzájemné vazby jsou zmíněny jen ve velmi obecně formulovaných očekávaných výstupech žáka, první hypotéza se tedy úplně nepotvrdila. Již tento vzorek 15 gymnázií potvrzuje hypotézu, že z hlediska podrobnosti rozepsání mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu jsou mezi jednotlivými ŠVP velké rozdíly. Téměř v polovině z nich nejsou napsány žádné konkrétní vazby. Vše vysvětlují slova paní zástupkyně z jednoho gymnázia: „Kdybychom měli vše rozepsané podrobně a přišla by pak Česká školní inspekce, chtěla by to konkrétní vidět zapsané v třídnici. Vše, co ve ŠVP musí být, tam máme, ale do zbytečných detailů se nepouštíme.“ Dalším důvodem zajisté může být časová náročnost detailnějšího rozpracování. Zda tedy mezipředmětové propojování znalostí a dovedností žáků na školách reálně probíhá nelze jen na základě analýzy ŠVP zjistit. Přesto je jejich analýza z pohledu identifikace mezipředmětových témat a jejich významu velmi cenná.

4 Zamýšlené kurikulum mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu na základě analýzy učebnic

Učebnice jsou neodmyslitelně spojeny se školním vzděláváním. Řadí se mezi nejstarší produkty lidské kultury – první učebnicové texty byly vyryty klínovým písmem do hliněných destiček nebo napsány na pergamenové svitky. Velký rozmach učebnic nastal po vynalezení knihtisku v 15. století. Mezi zakladatele teorie a tvorby moderních školních učebnic patřil i Jan Amos Komenský (Průcha 2013).

V 80. letech 20. století se objevily spekulace, zda rozvíjející se elektronická média po roce 2000 zcela nevytěsní klasické učebnice. Nestalo se tomu tak a učebnice stále používáme při formálním i neformálním vzdělávání mládeže a dospělých (Průcha 2006). Dokonce dnes díky specifickým vlastnostem a funkcím učebnic, které v jiných učebních pomůckách nenajdeme, pozorujeme bouřlivý rozvoj jejich využívání (Průcha 2013). Mezi výhody tištěných učebnic patří podle Janouškové (2008) jejich snadná přenosnost a dostupnost. Zároveň nelze opomenout, že mnoho učitelů i žáků stále upřednostňuje kontakt s knihou před technikou. Z funkčního hlediska rozlišuje Průcha (2013) tři základní pojetí učebnice, která se vzájemně doplňují, a dovolují tak adekvátně pochopit její fungování (viz obrázek 7).

Obrázek 7: Tři základní pojetí učebnice



Zdroj: vlastní tvorba podle Průcha 2013

Z výše uvedeného vyplývá, že učebnice mají stále nezastupitelnou roli ve školním vzdělávání, rozhodla se proto jimi zabývat i ve své bakalářské práci. V souladu s cíli práce se zaměřuji pouze na učebnice matematiky. Cílem této kapitoly je odpovědět na výzkumnou

otázku, zda se ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky vyskytují aplikační příklady, konkrétně pak příklady se zeměpisnou tematikou a případně v jaké podobě, a vyjádřit se ke stanoveným hypotézám. Vybrané učebnice pochází z učebnicových řad Matematika pro gymnázia (nakladatelství Prometheus) a Matematika pro střední školy (nakladatelství Didaktis). Kromě klasických tištěných učebnic prozkoumám i elektronickou učebnici Martina Krynického, která je volně dostupná na internetové stránce <http://www.realisticky.cz/> [cit. 4. 4. 2017].

4.1 Analýza učebnic matematiky

Metodologií hodnocení učebnic se zabývá Průcha (1998), který rozděluje metody výzkumu učebnic do sedmi typů: metody kvantitativní, obsahové analýzy, dotazování, observační, testovací, experimentální a komparativní. Pro analýzu učebnic v této práci využívám z uvedených metod dvě. Nejprve pomocí kvantitativní metody zjišťuji četnost výskytu příkladů se zeměpisnou tematikou. Dále využívám komparativní metodu k porovnání jak jednotlivých učebnic v rámci dané učebnicové sady (resp. jednotlivých kapitol v elektronické učebnici), tak učebnicových řad a elektronické učebnice mezi sebou.

Učebnicová řada **Matematika pro gymnázia** od nakladatelství Prometheus obsahuje 11 monotematických učebnic (viz tabulka 5). Od dotisku z roku 2009 je součástí učebnice Funkce i CD s příručkou od Volfové (Funkce – výukový program pro střední školy se sbírkou úloh).

Výskyt mezipředmětových vazeb v příkladech v jednotlivých učebnicích se logicky liší v závislosti na jejich tématu. Z hlediska počtu příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovou tematikou zde suverénně vede učebnice Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika, ve které je těchto úloh 234 (74,9 %). Podíl aplikačních příkladů z celkového počtu příkladů je dále nejvyšší, i když výrazně nižší než u předchozí, u učebnic Posloupnosti a řady (17,4 %), Funkce (13 %), Goniometrie (12,6 %) a Stereometrie (10,2 %). Naopak nejméně příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovým tématem je v učebnicích Rovnice a nerovnice, Planimetrie, Komplexní čísla, Analytická geometrie a Diferenciální a integrální počet. Zeměpisná tematika se v příkladech s mezipředmětovým zaměřením vyskytuje nejvíce v učebnicích Planimetrie (28,6 %), Stereometrie (25,5 %), Goniometrie (21,4 %), Základní poznatky z matematiky (16,7 %) a Funkce (15,2 %). V učebnicích Rovnice a nerovnice, Komplexní čísla, Analytická geometrie a Diferenciální a integrální počet se nevyskytuje žádná úloha se zeměpisnou tematikou.

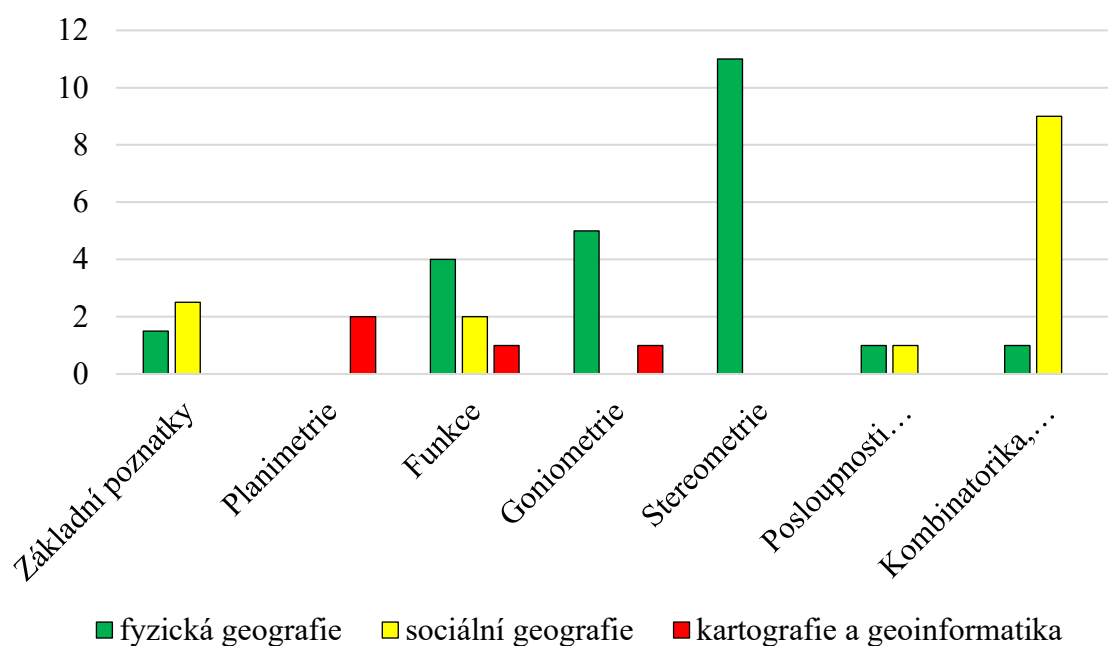
Tabulka 5: Počet aplikačních příkladů v učebnicích Matematika pro gymnázia

název	autor	celkový počet příkladů	počet příkladů	
			aplikačních (*)	se zeměpisnou tematikou
Základní poznatky z matematiky	Bušek, Calda	300	24	4
Rovnice a nerovnice	Charvát, Zhouf, Boček	385	12	0
Planimetrie	Pomykalová	423	7	2
Funkce (+ CD s přílohou)	Odvárko	353	46	7
Goniometrie	Odvárko	222	28	6
Stereometrie	Pomykalová	459	47	12
Komplexní čísla	Calda	160	2	0
Analytická geometrie	Kočandrle, Boček	353	2	0
Posloupnosti a řady	Odvárko	207	36	2
Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika	Calda, Dupač	315	236	10
Diferenciální a integrální počet	Hrubý, Kubát	224	10	0

Poznámka: (*) zahrnuje všechny příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem
Zdroj: vlastní tvorba

Nyní se zaměřím jen na úlohy se zeměpisnou tematikou, kterých je v učebnicové sadě Matematika pro gymnázia celkem 42. Graf 1 ukazuje rozdělení témat těchto příkladů mezi fyzickou geografii, sociální geografii a kartografií a geoinformatiku. Převažují zde úlohy z fyzické geografie (23,5 příkladů, 56 %), které se vyskytují celkem v šesti učebnicích. Sociální geografie je v úlohách se zeměpisnou tematikou zastoupena ve 14,5 příkladech (34,5 %) a kartografie a geoinformatika ve 4 příkladech (9,5 %). Z hlediska jednotlivých učebnic úlohy z fyzické geografie dominují v učebnicích Stereometrie, Goniometrie a Funkce. Příklady ze sociální geografie převládají v učebnicích Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika a Základní poznatky z matematiky, a nakonec příklady z kartografie vévodí učebnici Planimetrie.

Graf 1: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro gymnázia



Zdroj: vlastní tvorba

Učebnicová řada **Matematika pro střední školy** se skládá z deseti dílů učebnic, zatím je však vydáno jen osm dílů (viz tabulka 6). Podle nakladatelství Didaktis tyto učebnice odpovídají jak Rámcovému vzdělávacímu programu pro střední odborné vzdělávání, tak Rámcovému vzdělávacímu programu pro gymnázia. Součástí této učebnicové řady jsou i pracovní sešity a průvodce pro učitele. Možná právě proto je zde v porovnání s ostatními zkoumanými učebnicemi nejméně příkladů.

Tabulka 6: Počet aplikačních příkladů v učebnicích Matematika pro střední školy

díl	název	autor	celkový počet příkladů	počet příkladů	
				aplikačních (*)	se zeměpisnou tematikou
1.	Základní poznatky	Krupka, Polický, Škaroupková	277	35,75	1,5
2.	Výrazy, rovnice a nerovnice	Cizlerová	263	26,5	0
3.	Planimetrie	Vondra	109	3	0
4.	Funkce I	Cizlerová, Zahradníček, Zahradníčková	124	5	0
5.	Funkce II	Zemek, Kodejška, Ort	184	8	1
6.	Stereometrie	Vondra	64	0	0
7. A	Analytická geometrie v rovině	Vondra	163	0	0

7. B	Analytická geometrie v prostoru	Vondra	118	0	0
8.	Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika	Horenský, Janů, Květoňová, Lukšová, Vémolová	135	97	3
9.	Posloupnosti, řady a finanční matematika	(°)	-	-	-
10.	Komplexní čísla, základy diferenciálního a integrálního počtu	(°)	-	-	-

Poznámka: desetinná čísla vyjadřují dílčí části příkladu – např. má-li příklad části a) – d) a dvě z nich jsou se zeměpisnou tematikou, je započítána do počtu příkladů se zeměpisnou tematikou 0,5 příkladu
 (*) zahrnuje všechny příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem
 (°) tyto díly zatím nevyšly

Zdroj: vlastní tvorba

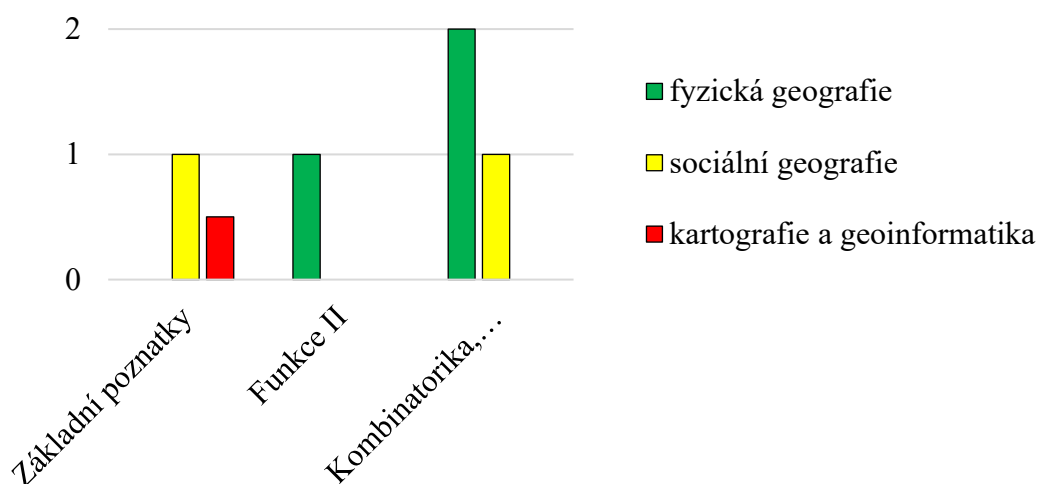
Nejvíce příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovým tématem je v učebnici Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika (79 příkladů, 71,9 %). Dále v absolutních i v relativních číslech, i když opět s výrazně nižším zastoupením, následují učebnice Základní poznatky (14,4 %) a Výrazy, rovnice a nerovnice (10,1 %). Úlohy se zeměpisnou tematikou se zde příliš nevyskytují. Jejich největší podíl ze všech příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovým tématem je v učebnici Funkce II (12,5 %). Je tomu tak ale jen díky malému počtu aplikačních příkladů. V učebnicích Stereometrie, Analytická geometrie v rovině a Analytická geometrie v prostoru nenajdeme ani příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem, tedy ani úlohy se zeměpisnou tematikou. Příklady se zeměpisnou tematikou dále také nejsou zahrnuty v učebnicích Výrazy, rovnice a nerovnice, Planimetrie a Funkce I.

Na příklady se zeměpisnou tematikou zde narazíme jen ve třech učebnicích, celkem se jedná o 5,5 příkladů. Graf 2 zobrazuje přiřazení témat těchto úloh k fyzické či sociální geografii nebo ke kartografii a geoinformatice. Na fyzickou geografii připadají 3 příklady (54,5 %) z přítomných zeměpisných úloh, na sociální geografii 2 příklady (36,4 %) a na kartografii a geoinformatiku 0,5 příkladu (9,1 %).

Kromě výkladu látky a příkladů k její aplikaci v těchto učebnicích najdeme také krátké motivační texty na začátku každé podkapitoly a četné rámečky s nadpisy „Víte, že?“, „Zamyslete se“, „Vzpomeňte si“, „POZOR“, „Kam dál?“ a „Odkud kam?“. V několika motivačních textech a v rámečcích „Víte, že?“ se zmiňuje mimo jiné mezipředmětová vazba matematiky a zeměpisu. Zastoupení fyzické geografie, sociální geografie a kartografie

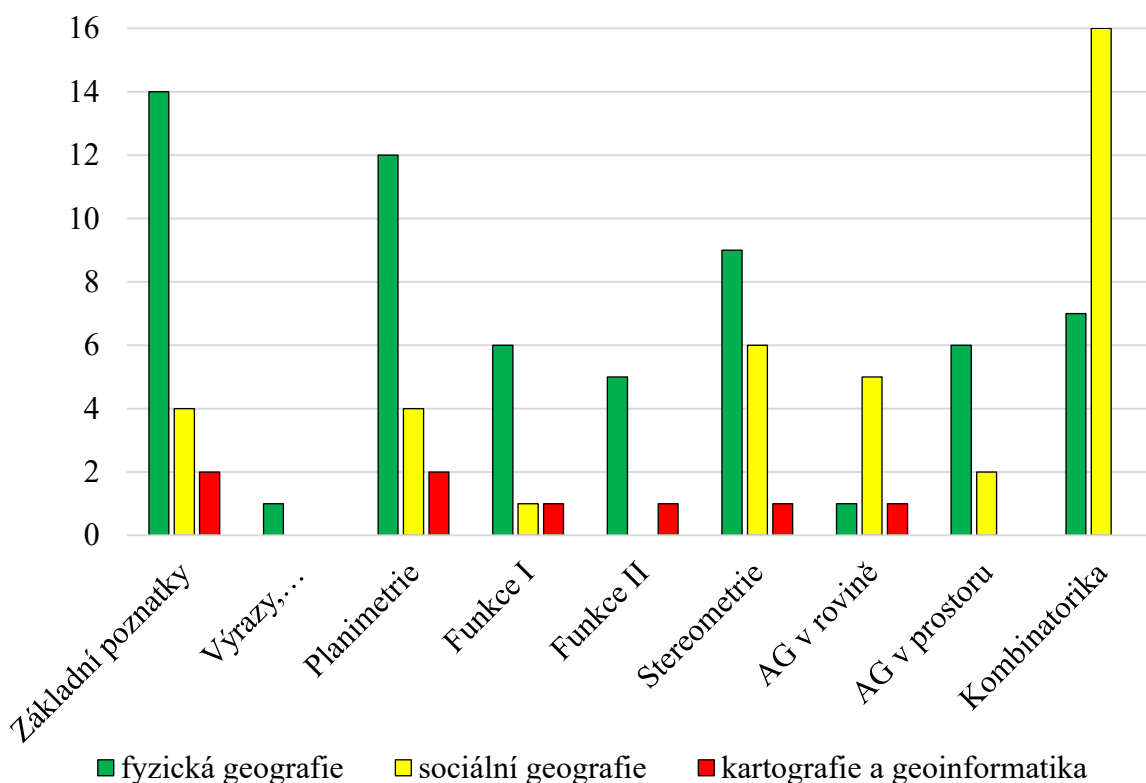
a geoinformatiky v těchto textech a rámečcích představuje graf 3. I zde je největší pozornost (61 poznámek, 57 %) věnována fyzické geografii. Ta dominuje ve všech dílech vyjma dílů Analytická geometrie v rovině a Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika, ve kterých je nejčastěji zmíněna vazba na sociální geografii. Celkově na sociální geografii připadá 38 poznámek (35,5 %) a na kartografii a geoinformatiku 8 poznámek (7,5 %).

Graf 2: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro střední školy



Zdroj: vlastní tvorba

Graf 3: Četnost výskytu mezipředmětové vazby matematiky a zeměpisu v motivačních textech a v rámečcích „Víte, že?“ v učebnicích Matematika pro střední školy



Poznámka: AG = analytická geometrie

Zdroj: vlastní tvorba

Elektronická učebnice středoškolské matematiky, jejímž autorem je Martin Krynický, obsahuje celkem 11 dílů (viz tabulka 7). U každé hodiny je k dispozici samotné zadání příkladů, ale i lekce, která obsahuje výklad látky, řešené příklady a pedagogické poznámky. Jako příklady k dalšímu procvičení jsou doporučovány úlohy ze sbírky Petákové (2010) s názvem Matematika – příprava k maturitě a k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Kromě středoškolské učebnice matematiky najdeme na internetových stránkách <http://www.realisticky.cz/> [cit. 4. 4. 2017] i středoškolskou učebnici fyziky a učebnice matematiky a fyziky pro 2. stupeň základní školy.

Tabulka 7: Počet aplikačních příkladů v elektronické učebnici středoškolské matematiky Martina Krynického

díl	název	celkový počet příkladů	počet příkladů	
			aplikačních (*)	se zeměpisnou tematikou
1.	Základní poznatky	763	140,5	6,2
2.	Funkce a rovnice	1 058	84,5	5
3.	Planimetrie	319	7	0
4.	Goniometrie	327	11	0
5.	Stereometrie	234	15	2
6.	Komplexní čísla	121	0	0
7.	Analytická geometrie	479	1	0
8.	Posloupnosti a řady	198	41	3
9.	Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika	340	211	7
10.	Diferenciální a integrální počet	267	10	0
11.	Závěrečné opakování	245	35	1

Poznámka: desetinná čísla vyjadřují dílčí části příkladu – např. má-li příklad části a) – e) a jedna z nich je se zeměpisnou tematikou, je započítáno do počtu příkladů se zeměpisnou tematikou 0,2 příkladu

(*) zahrnuje všechny příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem data jsou platná k 1. 8. 2016

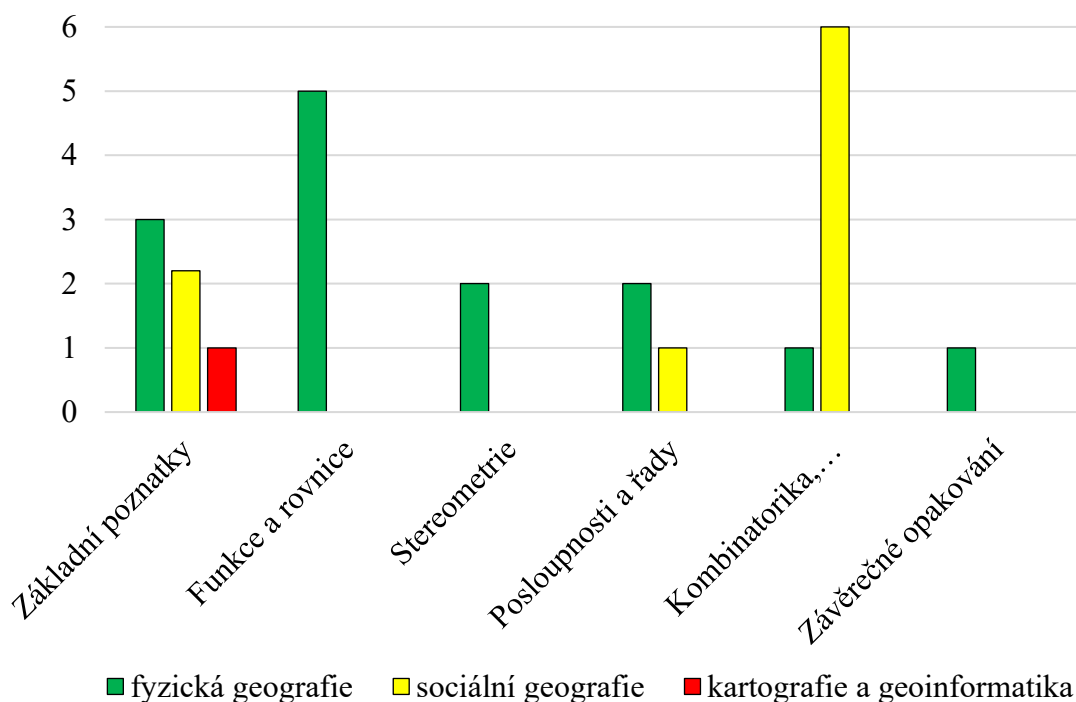
Zdroj: vlastní tvorba

Na aplikační příklady nejčastěji narazíme v díle Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika, a to ve 211 přítomných příkladech (62,1 %). Na další příčky se z hlediska podílu příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovým tématem z celkového počtu příkladů řadí opět s výrazně nižšími podíly díly Posloupnosti a řady (20,7 %), Základní poznatky (18,4 %) a Závěrečné opakování (14,3 %). Jen v díle Komplexní čísla nenajdeme žádný aplikační příklad. Podíl příkladů se zeměpisnou tematikou ze všech příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovým tématem v příslušném díle je nejvyšší ve Stereometrii (13,3 %). Žádný

zeměpisný příklad není v dílech Planimetrie, Goniometrie, Komplexní čísla, Analytická geometrie a Diferenciální a integrální počet.

Úlohy se zeměpisnou tematikou se vyskytují v šesti dílech v celkovém počtu 24,2. Graf 4 znázorňuje jejich rozdělení podle toho, zda patří tématem k fyzické geografii, k sociální geografii nebo ke kartografii a geoinformatice. Dominují opět úlohy z fyzické geografie (14 příkladů, 57,9 %). Sociální geografii najdeme v 9,2 příkladech (38 %) a kartografií a geoinformatiku v jednom příkladu (4,1 %).

Graf 4: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou v elektronické učebnici středoškolské matematiky Martina Krynického



Zdroj: vlastní tvorba

4.2 Shrnutí výsledků analýzy učebnic matematiky

Přestože jsou mezi výše uvedenými učebnicovými řadami a elektronickou učebnicí velké rozdíly v počtech příkladů, které obsahují, najdou se i jejich společné znaky. Na příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem se nejčastěji narazí v učebnicích věnovaných kombinatorice, pravděpodobnosti a statistice. Naopak nejméně aplikačních příkladů se vyskytuje v kapitolách, které se zabývají komplexními čísly a analytickou geometrií. Zde je, podle mého názoru, hlavním ovlivňujícím faktorem příslušný vzdělávací obsah. U ostatních dílů učebnic se ale napříč různými učebnicovými sadami tak jednoznačná shoda nenajde, například v učebnicích stereometrie je 47 aplikačních příkladů v učebnicové řadě Matematika pro gymnázia, 15 aplikačních příkladů v elektronické učebnici středoškolské matematiky

Martina Krynického a žádný aplikační příklad v učebnicové řadě Matematika pro střední školy (zde jsou ale chybějící početní příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem vykompenzovány četnými poznámkami ohledně různých mezipředmětových vazeb).

Tabulka 8 představuje procentuální zastoupení aplikačních příkladů z celkového počtu příkladů v dané učebnicové řadě či elektronické učebnici. Podíl úloh se zeměpisnou tematikou je vztažen jak k celkovému počtu příkladů, tak k počtu aplikačních příkladů. Ve zkoumaném vzorku standardních gymnaziálních učebnic matematiky se příklady z praxe a příklady s mezipředmětovým tématem vyskytují shodně přibližně ve 13 % přítomných příkladech. To potvrzuje hypotézu, že procento zastoupení aplikačních úloh ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky není příliš velké. Malé procentuální zastoupení zeměpisných úloh v těchto učebnicích pak potvrzuje hypotézu, že se příklady se zeměpisnou tematikou ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky příliš nevyskytují.

Tabulka 8: Zastoupení aplikačních příkladů a úloh se zeměpisnou tematikou ve vybraných učebnicích matematiky

	Matematika pro gymnázia	Matematika pro střední školy	elektronická učebnice středoškolské matematiky
podíl aplikačních příkladů z celkového počtu příkladů	13,2 %	12,5 %	12,8 %
podíl příkladů se zeměpisnou tematikou z celkového počtu příkladů	1,3 %	0,4 %	0,6 %
podíl příkladů se zeměpisnou tematikou z počtu aplikačních úloh	9,6 %	3,1 %	4,4 %

Zdroj: vlastní tvorba

I úlohy se zeměpisnou tematikou zde vystihuje několik společných rysů. Nevyskytují se v dílech, které se věnují rovnicím a nerovnicím, komplexním číslům, analytické geometrii, diferenciálnímu a integrálnímu počtu. V učebnicích věnovaných kombinatorice, pravděpodobnosti a statistice vévodí sociální geografie, zatímco fyzická geografie většinou dominuje v ostatních dílech, ve kterých se nějaké příklady se zeměpisnou tematikou nacházejí. Zastoupení kartografie a geoinformatiky v zeměpisných úlohách je minimální. Zajímavá je shoda, kterou můžeme pozorovat u procentuálního zastoupení fyzické geografie, sociální geografie a kartografie a geoinformatiky v zeměpisných úlohách a v mezipředmětových vazbách matematiky a zeměpisu v motivačních textech a rámečcích. Tyto hodnoty jsou uvedeny už výše v rámci jednotlivých charakteristik, pro přehlednost je zde v tabulce 9 připomínám (v učebnicové sadě Matematika pro střední školy jsou nově příklady se zeměpisným tématem a mezipředmětové vazby matematiky a zeměpisu v motivačních textech

a rámečcích započítány dohromady). Fyzická geografie v zeměpisných úlohách převažuje v obou zkoumaných učebnicových řadách i v elektronické učebnici Martina Krynického, a potvrzuje to tak hypotézu o převaze úloh s fyzickogeografickou tematikou.

Tabulka 9: Zastoupení fyzické geografie, sociální geografie a kartografie a geoinformatiky v úlohách se zeměpisnou tematikou a v textech s mezipředmětovou vazbou matematiky a zeměpisu ve vybraných učebnicích matematiky

	Matematika pro gymnázia	Matematika pro střední školy	elektronická učebnice středoškolské matematiky
fyzická geografie	56,0 %	56,8 %	57,9 %
sociální geografie	34,5 %	35,6 %	38,0 %
kartografie a geoinformatika	9,5 %	7,6 %	4,1 %

Zdroj: vlastní tvorba

4.3 Výukové materiály zaměřené na mezipředmětové vztahy

Kromě standardních učebnic věnovaných matematice existují také výukové materiály zaměřené na mezipředmětové vztahy. „Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi“ byl například společný projekt Přírodovědecké fakulty a Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze, který cílil především na učitele biologie, chemie, fyziky, geografie, geologie a matematiky. V rámci každého zmíněného oboru byly zpracovány výukové materiály, které vyšly v tištěné podobě. Vznikly také jejich elektronické formy tak, aby se tyto výukové materiály daly bezprostředně použít ve školní praxi (Řezníčková 2010).

Všechny tituly vydané v rámci tohoto projektu spojuje myšlenka představit vybraná aktuální témata tak, aby byla podpořena aktivní činnost žáků směřující k jejich pochopení a k dalšímu využití. Jsou proto plně otázkové a úkolové, pracovních listů či vzdělávacích projektů, nechybí však ani teoretické vstupy k daným problematikám. Tabulka 10 představuje publikace, které se týkají matematiky a geografie, a které jsou níže stručně představeny (s důrazem na mezipředmětové vazby matematiky a zeměpisu).

Tabulka 10: Přehled vydaných publikací k matematice a geografii v rámci projektu Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi

matematika	
Geometrie a náš svět	A. Šarounová
Matematika a budování finanční gramotnosti	O. Odvárko, J. Robová
Vývoj matematiky jako popularizující stimul	J. Bečvář, M. Bečvářová
Využití matematiky v praxi	Z. Halas
Matematika. Aktivně, aktuálně a s aplikacemi	kolektiv autorů

geografie	
Praha a její okolí: region známý neznámý	D. Řezníčková a kol.
Cena za cestovní ruch: přínosy versus ztráty	D. Fialová
Doprava spojuje a rozděluje	M. Marada, M. Hanus a kol.
Země očima satelitů	L. Kupková, L. Král
Geografie. Aktivně, aktuálně a s aplikacemi	D. Řezníčková a kol.

Zdroj: vlastní tvorba

Šarounová (2012) v knize Geometrie a náš svět v rámci tématu grafická komunikace uvádí tři pracovní listy, přičemž první se zabývá polárními grafy (počty narozených, sňatků a úmrtí – viz příloha 9), druhý čtením mapových obrazů (hustota osídlení našich zemí ve třech různých obdobích) a třetí stromy života pro roky 1991, 1880 a 1930. Všechny se tedy dají využít jak v hodinách matematiky, tak v hodinách zeměpisu. V další kapitole citovaná autorka mimo jiné ukazuje ideální dělení Česka na kraje podle vzdálenosti od krajského města (a říká, že není realistické). V poslední části Šarounová (2012) řeší osovou afinitu a stručně představuje dvě plochojevná kartografická zobrazení: Lambertovo válcové zobrazení a Bonneovo zobrazení, zmiňuje také stereografickou projekci (úhlojevné zobrazení).

V publikaci Využití matematiky v praxi věnuje Halas (2012) pozornost mimo jiné astronomii a satelitní navigaci. Zaobírá se zatměním Slunce (ukazuje výpočet jeho periody pomocí řetězových zlomků), určováním zeměpisné šířky ve starověku (pomocí gnómonu) a principem satelitní navigace. Vzhledem k tomu, že řetězové zlomky nepatří mezi standardní středoškolské učivo, je podkapitola o zatmění Slunce v běžné výuce na gymnáziu nepoužitelná. Pokud by se ale na nějakém výběrovém semináři z matematiky řetězové zlomky probíraly, mohla by tato podkapitola názorně ukázat jejich praktickou aplikaci (společně s kapitolou věnované matematice a hudbě, kde se řetězové zlomky také vyskytují). Zbývající dvě témata této kapitoly by se, myslím, dala pro zpestření výuky využít v hodinách zeměpisu.

Naproti tomu v publikacích Matematika a budování finanční gramotnosti (Odvárko, Robová 2012) a Vývoj matematiky jako popularizující stimul (Bečvář, Bečvářová 2012) se zmínky mezipředmětového vztahu matematiky a zeměpisu nevyskytují.

Matematika. Aktivně, aktuálně a s aplikacemi (kolektiv autorů 2012) je poslední publikací, která vznikla v rámci uvedeného projektu k předmětu matematika. Představuje průřez témat z monotematických děl uvedených výše, ukázky z nich, ale i další či širší pohledy na vybrané aplikace. Kapitola Geometrie a náš svět (taktéž od Šarounové) například navíc obsahuje dva grafy týkající se vývoje počtu obyvatel na našem území (jeden s absolutními daty, druhý v přepočtu na 1 000 obyvatel). V Halasově kapitole Využití matematiky v praxi je téma astronomie a navigace rozšířeno o Metónův cyklus.

Praha a její okolí: region známý neznámý (Řezníčková a kol. 2012b) se dívá na naše hlavní město geografickým pohledem. Propojení zeměpisu s matematikou zde najdeme v pracovním listě Praha v číslech, který trénuje žákův odhad a logické uvažování, a v kapitole věnující se obyvatelstvu, kde je zahrnuta práce s grafy (sloupcové grafy, stromy života). Tyto materiály lze podle mého názoru využít jak v hodinách zeměpisu, tak pro zpestření v hodinách matematiky.

I v knize Doprava spojuje a rozděluje (Marada, Hanus a kol. 2012) narazíme na matematiku, a sice při počítání osobní ekologické stopy či indexu změny a při tvorbě grafů. Kupková a Král (2011) zpracovali díl Země očima satelitů, kde má žák v jednom z pracovních listů určit podle známé délky objektu na snímku měřítko mapy. Jen publikace Cena za cestovní ruch (Fialová 2012) je matematikou nedotčena.

Geografie. Aktivně, aktuálně a s aplikacemi (Řezníčková a kol. 2012a) shrnuje obecnější informace ohledně moderních přístupů k výuce geografie. Vzájemné vazby zeměpisu a matematiky jsou zde aplikovány v návrhu na týdenní projekt, jehož součástí je tvorba grafů a výpočet průtoku potoka.

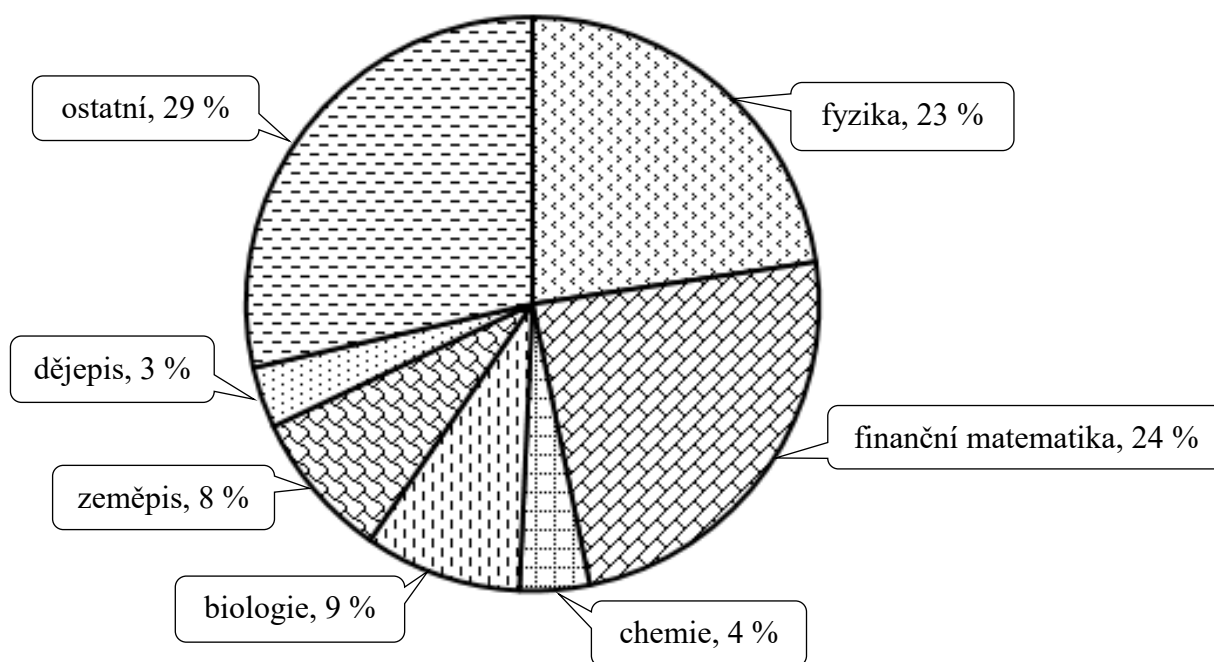
Nezbývá než dodat, že publikace týkající se matematiky jsou zdarma dostupné na internetových stránkách katedry didaktiky matematiky Matematicko-fyzikální fakulty Univerzity Karlovy v Praze pod záložkou Projekty a granty. Publikace ke geografii byly po svém vydání rozeslány do vybraných knihoven v Česku. Tři z nich jsou dostupné (bez materiálů z CD) na internetových stránkách Centra výzkumu a rozvoje environmentálního a geografického vzdělávání v kategorii Publikace – Monografie, jedná se o tituly Praha a její okolí: region známý neznámý, Doprava spojuje a rozděluje a Geografie. Aktivně, aktuálně a s aplikace. Zbylé dvě publikace jsou – podle mě dostupných informací – už dnes nesehnatelné (vyjma vybraných knihoven).

Robová a kol. (2014) s pomocí rozvojového projektu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky zpracovali Sbíрку aplikačních úloh ze středoškolské matematiky, která žákům přibližuje matematiku jako užitečný nástroj pro řešení problémů z reálného světa. Podle autorů vhodně vybraná aplikační úloha může posloužit jako efektivní motivace, která probudí v žácích zájem o danou problematiku, a tedy i o matematiku. Ve sbírce jsou následující čtyři kapitoly: Základní poznatky, Rovnice a nerovnice, funkce, Geometrie a Pravděpodobnost. Najdeme zde úlohy vzorově řešené i neřešené (jejich výsledky a návody k řešení jsou v závěru sbírky). Pokud žák potřebuje k vyřešení příkladu nějakou konkrétní znalost z jiného předmětu, je tato informace obsažena v krátkém úvodu do problematiky před danou úlohou. Vyučující ani žáci tedy nemusejí nic dohledávat v jiných zdrojích.

Ve sbírce je celkem 190 aplikačních příkladů, přičemž v několika z nich jsou vazby na více předmětů (např. v příkladu 1 v příloze 10 vazby na zeměpis a fyziku). Graf 5 ukazuje procentuální zastoupení mezipředmětových vztahů s danými předměty v těchto úlohách. Zeměpisná tematika se zde vyskytuje celkem v 17 příkladech, které jsou z kapitol Základní poznatky, Rovnice a nerovnice, funkce a Geometrie (viz graf 6). Jen v poslední kapitole (Pravděpodobnost) se nevyskytuje ani jedna úloha se zeměpisnou tematikou. Nejčetnější zastoupení v zeměpisných úlohách (11 příkladů, 64,7 %) má opět fyzická geografie. Sociální geografie se pak vyskytuje v pěti příkladech (29,4 %) a kartografie a geoinformatika v jednom příkladu (5,9 %).

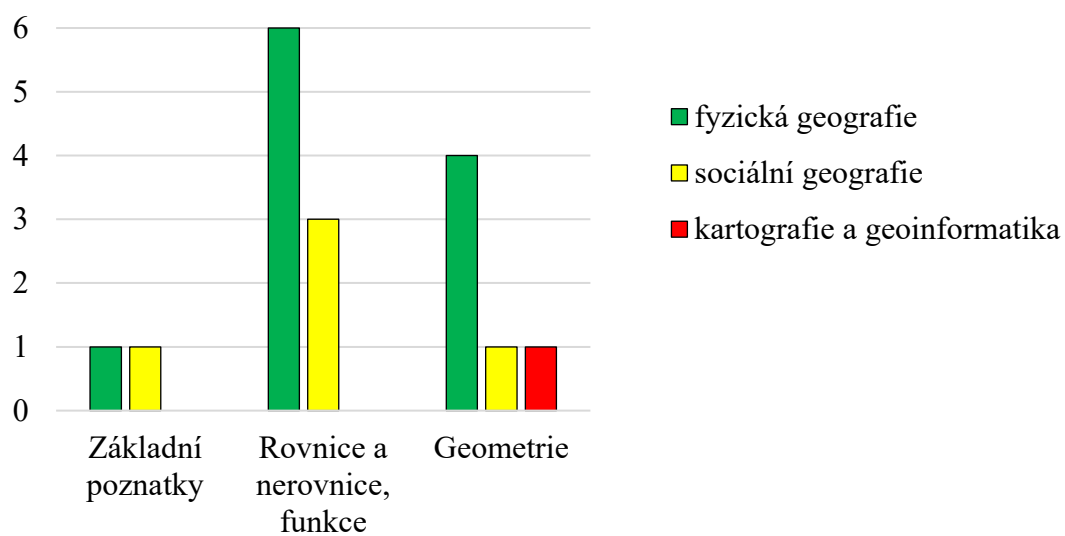
Sbírku aplikačních úloh ze středoškolské matematiky považují za velmi vydařenou. Poskytuje mnoho zajímavých námětů a mj. ukazuje, že i na učivo rovnic a nerovnic se dají vymyslet příklady se zeměpisnou tematikou (viz příklad 2 v příloze 10). Ve výše zmíněných standardních gymnaziálních učebnicích matematiky se žádné zeměpisné příklady v dílech věnovaných rovnicím a nerovnicím nevyskytují.

Graf 5: Zastoupení mezipředmětových vztahů ve Sbírce aplikačních úloh ze středoškolské matematiky



Zdroj: vlastní tvorba

Graf 6: Počet příkladů se zeměpisnou tematikou ve Sbírce aplikačních úloh ze středoškolské matematiky



Zdroj: vlastní tvorba

5 Závěr

Hlavním cílem mé bakalářské práce bylo analyzovat současnou situaci ohledně mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu na českých čtyřletých (a vyšším stupni víceletých) gymnáziích na teoretické úrovni a v rámci zamýšleného (projektového) kurikula.

Nejprve jsem svůj výzkum teoreticky zarámovala. V odborné literatuře jsem se zaměřila na vymezení didaktiky obecné, oborové, předmětové, mezioborové a různých pojetí kurikula. Připomněla jsem i kurikulární reformu a systém současných kurikulárních dokumentů v Česku, neboť v další části práce jsem s kurikulárními dokumenty pracovala. Dále jsem v odborné literatuře hledala argumenty pro rozvíjení mezipředmětových vztahů. Mezi ty nejdůležitější patří překonání izolovanosti poznatků a vytváření komplexního pohledu na svět. Realizování mezipředmětových vztahů ve výuce je tedy smysluplné, avšak v praxi pokulhává. Nesmím opomenout, že při studování odborné literatury jsem se setkala s problémem nejednoznačné terminologie. Základní pojmy nejsou jednoznačně definovány a záleží na každém autorovi, jak daný pojem chápe – například vymezení oborové a předmětové didaktiky nebo chápání mezipředmětových témat. Nejasná terminologie zajisté může limitovat výzkum v této oblasti.

Dále jsem na úrovni zamýšleného (projektového) kurikula analyzovala mezipředmětový vztah matematiky a zeměpisu. První hypotéza („V RVP G je i u vzdělávacích oborů Matematika a její aplikace a Geografie podporováno propojování znalostí a dovedností.“) se úplně nepotvrdila, neboť v RVP G jsou očekávané výstupy žáka formulované velmi obecně – mezipředmětové vztahy jsou zde podporovány, ale přímo vzájemná vazba matematiky a geografie zmíněna není.

Druhá hypotéza („Mezi ŠVP jednotlivých škol existují velké rozdíly v detailnosti rozepsání konkrétních mezipředmětových vazeb.“) se potvrdila. Téměř v polovině zkoumaných ŠVP není zmíněn žádný mezipředmětový vztah matematiky a zeměpisu. Pokud jsou konkrétní mezipředmětové vztahy ve ŠVP uvedeny, je u předmětu matematika nejčastěji napsána vazba na fyzickou geografii a na kartografii. Konkrétní vztah matematiky a sociální geografie se zde vyskytuje jen v jediném ŠVP. Z hlediska místa výskytu těchto vazeb jsou v analyzovaných ŠVP pokryty téměř všechny matematické tematické celky. Mezipředmětová vazba zkoumaných předmětů není jen u komplexních čísel, kombinatoriky a pravděpodobnosti a diferenciálního a integrálního počtu. U předmětu zeměpis je nejvíce vyzdvížena vazba na matematiku v kartografii, následně ve fyzické geografii. Sociální geografie je opět zmíněna jen v jednom ŠVP.

Ačkoliv je mezipředmětové propojování znalostí a dovedností žáků důležité a RVP G ho vyzdvihuje, vzorek analyzovaných ŠVP ukazuje, že v nich na vzájemné mezipředmětové vazby jednotlivých předmětů (zde konkrétně matematiky a zeměpisu) ne vždy narazíme. Záleží tedy jen na aktivitě a odpovědnosti vyučujícího, zda na mezipředmětové vztahy ve své výuce bude klást důraz.

V rámci zamýšleného (projektového) kurikula jsem dále analyzovala výskyt příkladů z praxe a příkladů s mezipředmětovou tematikou ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky. Zaměřila jsem se především na příklady se zeměpisnou tematikou. Třetí hypotéza („Ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky se aplikační příklady vyskytují, jejich procento zastoupení však není příliš velké. Úlohy se zeměpisnou tematikou se zde příliš nevyskytují.“) se potvrdila. Ze všech přítomných příkladů jsou v každé zkoumané učebnicové řadě aplikační příklady zastoupeny přibližně ve 13 %. O tom, zda je to dostatečný podíl, by se mohla vést velká diskuse. Z těchto aplikačních příkladů je podíl příkladů se zeměpisnou tematikou v případě učebnicové řady Matematika pro gymnázia 9,6 %, v případě elektronické učebnice středoškolské matematiky 4,4 % a v případě učebnicové řady Matematika pro střední školy 3,1 %. Nějaké úlohy se zeměpisnou tematikou se tedy ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky vyskytují, ale jejich zastoupení není převratné – vždy do 10 % z přítomných aplikačních příkladů. U elektronické učebnice středoškolské matematiky může mít na menší počet příkladů se zeměpisnou tematikou vliv aprobace jejího autora (matematika – fyzika). U učebnic Matematika pro střední školu podle mého názoru hraje roli fakt, že součástí této učebnicové řady jsou i pracovní sešity, které obsahují další příklady k procvičení probírané látky. V těchto učebnicích se kromě příkladů se zeměpisnou tematikou vyskytuje mezipředmětová vazba matematiky a zeměpisu i v rámečcích „Víte, že?“.

Čtvrtá hypotéza („V úlohách se zeměpisnou tematikou je nejvíce zastoupena fyzická geografie.“) se potvrdila. Zastoupení fyzické geografie, sociální geografie a kartografie a geoinformatiky v příkladech se zeměpisnou tematikou je ve zkoumaných učebnicových řadách podobné. Ve většině z těchto úloh se setkáme s fyzickou geografii. Dále pak narazíme ve více jak třetině z nich na sociální geografii. Kartografie a geoinformatika je vždy zastoupena do 10 %.

Zajímavé je srovnání s informacemi ve vybraných ŠVP, kde byla vazba matematiky a kartografie relativně často zmiňována jak u matematiky, tak u zeměpisu. V analyzovaných učebnicích se ale příklady z kartografie a geoinformatiky vyskytují nejméně. Naopak sociální geografie, která byla ve zkoumaných ŠVP opomíjena, se v příkladech přítomných ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky vyskytuje více. Obdobné srovnání

s informacemi v RVP G vzhledem k velmi obecné formulaci očekávaných výstupů žáka není možné.

V poslední době vzniká i díky různým projektům a grantům řada výukových materiálů, které jsou v souladu s trendy v RVP G. Kladou důraz na aplikaci poznatků v praxi, na propojování znalostí a dovedností žáků z jednotlivých oborů/ vyučovacích předmětů a nezapomínají ani na rozvoj kritického myšlení. Jako příklady konkrétních výukových materiálů, které se věnují mimo jiné i mezipředmětovým vazbám matematiky a zeměpisu, uvádím publikace, které vznikly v rámci projektu Přírodní vědy a matematika na středních školách v Praze: aktivně, aktuálně a s aplikacemi, a Sbíрку aplikačních úloh ze středoškolské matematiky (Robová a kol. 2014). Nutno ještě podotknout, že i ve Sbírce aplikačních úloh ze středoškolské matematiky, která se na aplikační příklady specializuje, jsou úlohy se zeměpisnou tematikou zastoupeny jen v 8 %. I v těchto zeměpisných úlohách převažuje fyzická geografie (64,7 %) a ve třetině z nich se vyskytuje sociální geografii.

Díky této bakalářské práci se mi potvrdila důležitost mezipředmětového propojování znalostí a dovedností žáků ve výuce. Myslím, že každý učitel by na něj měl při své výuce klást důraz. Já se v této práci zaměřila na mezipředmětové vztahy svých aprobačních předmětů především z pohledu matematiky. Jak je ale vidět výše, ve standardních gymnaziálních učebnicích matematiky se mezipředmětové vztahy zmíněných předmětů vyskytují jen okrajově. Náměty na příklady s mezipředmětovou tematikou (včetně zeměpisné) učitelé mohou čerpat v publikacích, které jsou na problematiku mezipředmětového propojování znalostí a dovedností žáků orientovány. Otázkou však zůstává, zda učitelé na středních školách o těchto materiálech vědí, a tedy zda je ve výuce skutečně využívají a zda poznatky propojují. Může to být námět pro mé výzkumné otázky do budoucna.

Problematika mezipředmětových vztahů matematiky a zeměpisu mě zaujala a ráda bych se jí do budoucna dále věnovala. Nabízí se například v rámci diplomové práce prozkoumat realizované kurikulum této problematiky. Kromě standardních vyučovacích hodin matematiky a zeměpisu se žáci s mezipředmětovým propojením (nejen) uvedených předmětů mohou setkat například během projektového dnu nebo při terénní výuce. Zajímavé by beze sporu také bylo navrhnout (a realizovat) projektový den, který by byl zaměřen především na mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu.

Seznam použité literatury a pramenů

Publikace a články

- ADKINS, L., ADKINS, R. A. (2011): Starověké Řecko: encyklopedická příručka. Slovart, Praha, 506 s.
- ANDĚL, J., BIČÍK, I., HAVLÍČEK, T. a kol. (2010): Makroregiony světa – regionální geografie pro gymnázia. Česká geografická společnost, Praha, 152 s.
- BEČVÁŘ, J. (1994): Hrdinský věk řecké matematiky. In: Bečvář, J., Fuchs, E. (eds.): Historie matematiky I: seminář pro vyučující na středních školách, Jevíčko 19. 8.–22. 8. 1993: sborník. Jednota českých matematiků a fyziků, Brno, s. 22–107.
- BEČVÁŘ, J., BEČVÁŘOVÁ, M. (2012): Vývoj matematiky jako popularizující stimul. P3K, Praha, 59 s.
- BEČVÁŘ, J., HALAS, Z., ODVÁRKO, O., ROBOVÁ, J., ŠAROUNOVÁ, A. (2012): Matematika. Aktivně, aktuálně a s aplikacemi. P3K, Praha, 80 s.
- BÍLEK, M., RYCHTERA, J., SLABÝ, A. (2008): Integrovaná výuka přírodovědných předmětů [online]. Dostupné z: <<http://esfmoduly.upol.cz/texty/intvpp.pdf>> [cit. 5. 7. 2017].
- BROCKMEYEROVÁ-FENCLOVÁ, J., ČAPEK, V., KOTÁSEK, J. (2000): Oborové didaktiky jako samostatné vědecké disciplíny. Pedagogika, 50, č. 1, s. 23–37.
- BUŠEK, I., CALDA, E. (2010): Matematika pro gymnázia – Základní poznatky z matematiky. Prometheus, Praha, 195 s.
- CALDA, E. (2008): Matematika pro gymnázia – Komplexní čísla. Prometheus, Praha, 134 s.
- CALDA, E., DUPAČ, V. (2012): Matematika pro gymnázia – Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika. Prometheus, Praha, 170 s.
- CIZLEROVÁ, M. (2013): Matematika pro střední školy – 2. díl: Výrazy, rovnice a nerovnice – Učebnice. Didaktis, Brno, 136 s.
- CIZLEROVÁ, M., ZAHRADNÍČEK, M., ZAHRADNÍČKOVÁ, A. (2014): Matematika pro střední školy – 4. díl: Funkce I – Učebnice. Didaktis, Brno, 88 s.
- DRÁBKOVÁ, A. (2011): Mezipředmětové vztahy chemie a fyziky v současných středoškolských učebnicích pro gymnázia. Bakalářská práce. Katedra anorganické chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 89 s.
- FIALOVÁ, D. (2012): Cena za cestovní ruch: přínosy versus ztráty. P3K, Praha, 58 s.
- GARDAVSKÝ, V., HAMPL, M. (1982): Základy teoretické geografie. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 85 s.

- HALADOVÁ, M. (2015): České dějiny v krásné literatuře: Mezipředmětové vztahy ve výuce českého jazyka a literatury a dějepisu s didaktickou aplikací. Diplomová práce. Katedra historie, Pedagogická fakulta, Západočeská univerzita v Plzni, Plzeň, 247 s.
- HALAS, Z. (2012): Využití matematiky v praxi. P3K, Praha, 48 s.
- HALAS, Z. (2017): Co je matematika. Presentace k přednáškám Didaktického semináře, katedra matematiky, Pedagogická fakulta, Univerzita Palackého v Olomouci.
- HAVELKOVÁ, L. (2014): Rozvoj mapových dovedností v dějepisu, matematice a biologii. Bakalářská práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 86 s.
- HOLT-JENSEN, A. (1999): Geography – history and concepts. Sage, London, 228 s.
- HORENSKÝ, R., JANŮ, I., KVĚTOŇOVÁ, M., LUKŠOVÁ, H., VĚMOLOVÁ, R. (2015): Matematika pro střední školy – 8. díl: Kombinatorika, pravděpodobnost, statistika – Učebnice. Didaktis, Brno, 88 s.
- HRUBÝ, D., KUBÁT, J. (2008): Matematika pro gymnázia – Diferenciální a integrální počet. Prometheus, Praha, 210 s.
- HUDECOVÁ, D. (2004): Mezipředmětové vztahy – malé zamyšlení nad terminologií [online]. Dostupné z: <www.msmt.cz/file/9647_1_1/> [cit. 5. 7. 2017].
- CHARVÁT, J., ZHOUF, J., BOČEK, L. (2013): Matematika pro gymnázia – Rovnice a nerovnice. Prometheus, Praha, 223 s.
- JANÁS, J. (1985): Mezipředmětové vztahy a jejich uplatňování ve fyzice a chemii na základní škole. Univerzita J. E. Purkyně v Brně, Brno, 87 s.
- JANÍK, T. (2009a): Didaktické znalosti obsahu a jejich význam pro oborové didaktiky, tvorbu kurikula a učitelské vzdělávání. Paido, Brno, 119 s.
- JANÍK, T. (2009b): Obecná didaktika. In: Průcha, J. (ed.): Pedagogická encyklopedie. Portál, Praha, s. 651–655.
- JANÍK, T. (2009c): Oborové a předmětové didaktiky. In: Průcha, J. (ed.): Pedagogická encyklopedie. Portál, Praha, s. 656–660.
- JANÍK, T., STUHLÍKOVÁ, I. (2010): Oborové didaktiky na vzestupu: přehled aktuálních vývojových tendencí. Scientia in educatione, 1, č. 1, s. 5–32.
- JANOUSKOVÁ, E. (2008): Analýza učebnic zeměpisu. Disertační práce. Katedra pedagogiky, Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 177 s.
- KÁLALOVÁ, A. (2010): Mezioborové vztahy chemie a geologie v přírodovědném vzdělávání. Bakalářská práce. Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 33 s.

- KÁLALOVÁ, A. (2012): Mezioborové vztahy chemie a geologie v přírodovědném vzdělávání. Diplomová práce. Katedra učitelství a didaktiky chemie, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 78 s.
- KALHOUS, Z., OBST, O. a kol. (2002): Školní didaktika. Portál, Praha, 447 s.
- KAŠPÁRKOVÁ, S (2007): Historický vývoj přírodovědného poznání. Fakulta humanitních studií, Univerzita Tomáše Bati, Zlín, 40 s.
- KOČANDRLE, M., BOČEK, L. (2009): Matematika pro gymnázia – Analytická geometrie. Prometheus, Praha, 220 s.
- KONEČNÝ, M. (2016): Mezioborové vztahy fyziky a chemie v přírodovědném vzdělávání. Diplomová práce. Katedra didaktiky fyziky, Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 297 s.
- KRATOCHVÍL, Z. (2009): Filosofie mezi mýtem a vědou: od Homéra po Descarta. Academia, Praha, 471 s.
- KRUPKA, P., POLICKÝ, Z., ŠKAROUPKOVÁ, B. (2012): Matematika pro střední školy – 1. díl: Základní poznatky – Učebnice. Didaktis, Brno, 158 s.
- KRYNICKÝ, M. (2017): Elektronická učebnice středoškolské matematiky [online]. Dostupné z: <<http://www.realisticky.cz/ucebnice.php?id=4>> [cit. 4. 4. 2017].
- KUČEROVÁ, S. a kol. (2013): Mezipředmětové vazby geografie/ zeměpisu. Geografické rozhledy, 22, č. 4, s. 18–19.
- KÜHNLOVÁ, H. (1999): Kapitoly z didaktiky geografie. Karolinum, Praha, 145 s.
- KUPKOVÁ, L., KRÁL, L. (2011): Země očima satelitů. P3K, Praha, 51 s.
- LEIPERTOVÁ, G. (2010): Matematické dovednosti aplikované ve výuce kartografie na gymnáziu. Bakalářská práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 85 s.
- LEIPERTOVÁ, G. (2012): Mezioborový vztah kartografie a matematiky ve výuce na gymnáziu. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 119 s.
- MARADA, M., HANUS, M. a kol. (2012): Doprava spojuje a rozděluje. P3K, Praha, 56 s.
- MARŠÁK, J. (2006): Trendy v přírodovědném vzdělávání [online]. Dostupné z: <<http://clanky.rvp.cz/clanek/c/Z/1055/trendy-v-prirodovednem-vzdelavani.html>> [cit. 5. 7. 2017].
- MATÝSKOVÁ, P. (2011): Matematické dovednosti aplikované ve výuce geografie na SŠ na příkladu tematického celku Země jako vesmírné těleso. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 100 s.

- MAZÁČOVÁ, N. (2014): Vybrané problémy obecné didaktiky. Karolinum, Praha, 96 s.
- ODVÁRKO, O. (2009): Matematika pro gymnázia – Posloupnosti a řady. Prometheus, Praha, 126 s.
- ODVÁRKO, O. (2013a): Matematika pro gymnázia – Funkce. Prometheus, Praha, 168 s.
- ODVÁRKO, O. (2013b): Matematika pro gymnázia – Goniometrie. Prometheus, Praha, 139 s.
- ODVÁRKO, O., ROBOVÁ, J. (2012): Matematika a budování finanční gramotnosti. P3K, Praha, 52 s.
- PETÁKOVÁ, J. (2010): Matematika – příprava k maturitě a k přijímacím zkouškám na vysoké školy. Prometheus, Praha, 287 s.
- PLCH, J. (1987): Mezipředmětové vztahy a specifika výchovně vzdělávacího procesu. Státní pedagogické nakladatelství, Praha, 67 s.
- PODROUŽEK, L. (2002): Integrovaná výuka na základní škole v teorii a praxi. Fraus, Plzeň, 96 s.
- POCHYLÝ, M., PŮROVÁ, V. (2003): Dějiny světa. Ottovo nakladatelství, Praha, 327 s.
- POMYKALOVÁ, E. (2010): Matematika pro gymnázia – Stereometrie. Prometheus, Praha, 223 s.
- POMYKALOVÁ, E. (2014): Matematika pro gymnázia – Planimetrie. Prometheus, Praha, 206 s.
- POSEJPAL, J. (2012): Integrovaná výuka zeměpisu a tělesné výchovy – teoretická východiska a současná situace na gymnáziích. Diplomová práce. Katedra sociální geografie a regionálního rozvoje, Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze, Praha, 79 s.
- PRŮCHA, J. (1998): Učebnice: Teorie a analýzy edukačního média. Paido, Brno, 148 s.
- PRŮCHA, J. (2006): Učebnice: Teorie, výzkum a potřeby praxe. In: Maňák, J., Klapko, D. (eds.): Učebnice pod lupou. Paido, Brno, 9–21 s.
- PRŮCHA, J. (2013): Moderní pedagogika. Portál, Praha, 483 s.
- PRŮCHA, J. (2015): Přehled pedagogiky – úvod do studia oboru. Portál, Praha, 270 s.
- PRŮCHA, J. a kol. (2013): Pedagogický slovník. Portál, Praha, 395 s.
- RAKOUŠOVÁ, A. (2008): Integrace obsahu vyučování v primární škole – integrované slovní úlohy napříč předměty. Grada, Praha, 160 s.
- ROBOVÁ, J. a kol. (2014): Sbíрка aplikačních úloh ze středoškolské matematiky. Prometheus, Praha, 159 s.
- ŘEZNÍČKOVÁ, D. (2010): Nový projekt dalšího vzdělávání: Přírodní vědy a matematika na středních školách. Geografické rozhledy, 20, č. 1, s. 20.

- ŘEZNÍČKOVÁ, D. a kol. (2012a): Geografie. Aktivně, aktuálně a s aplikacemi. P3K, Praha, 34 s.
- ŘEZNÍČKOVÁ, D. a kol. (2012b): Praha a její okolí: region známý neznámý. P3K, Praha, 60 s.
- ŘEZNÍČKOVÁ, D. a kol. (2013): Dovednosti žáků ve výuce biologie, geografie a chemie. P3K, Praha, 288 s.
- ŘÍHOVÁ, N. (2016): Integrovaná tematická výuka – využití modelu v 1. ročníku základní školy. Diplomová práce. Katedra biologie, Pedagogická fakulta, Masarykova univerzita, Brno, 113 s.
- SKALKOVÁ, J. (1962): Příspěvek k otázce mezipředmětových souvislostí. Pedagogika, 12, č. 3, s. 316–325.
- SKALKOVÁ, J. (2007): Obecná didaktika. Grada, Praha, 328 s.
- STUHLÍKOVÁ, I., JANÍK, T. a kol. (2015): Oborové didaktiky: vývoj – stav – perspektivy. Masarykova univerzita, Brno, 465 s.
- ŠAROUNOVÁ, A. (2012): Geometrie a náš svět. P3K, Praha, 58 s.
- ŠKODA, J., DOULÍK, P. (2009): Vývoj paradigmat přírodovědného vzdělávání. Pedagogická orientace, 19, č. 3, s. 24–44.
- TOUŠEK, V., KUNC, J., VYSTOUPIL, J. a kol. (2008): Ekonomická a sociální geografie. Vydavatelství a nakladatelství Aleš Čeněk, Plzeň, 411 s.
- TRNA, J. (2005): Nastává éra mezioborových didaktik? Pedagogická orientace, 15, č. 1, s. 89–97.
- VALENTA, J. (2011): Komplexní rozvoj osobnosti žáka ve vyučování. In: Vališová, A., Kasíková, H. (eds.): Pedagogika pro učitele. Grada, Praha, 319 s.
- VOLFOVÁ, L. (2013): Funkce – výukový program pro střední školy se sbírkou úloh (CD + příručka). Prometheus, Praha, 19 s.
- VONDRA, J. (2013): Matematika pro střední školy – 3. díl: Planimetrie – Učebnice. Didaktis, Brno, 132 s.
- VONDRA, J. (2014): Matematika pro střední školy – 6. díl: Stereometrie – Učebnice. Didaktis, Brno, 88 s.
- VONDRA, J. (2016a): Matematika pro střední školy – 7. díl A: Analytická geometrie v rovině – Učebnice. Didaktis, Brno, 88 s.
- VONDRA, J. (2016b): Matematika pro střední školy – 7. díl B: Analytická geometrie v prostoru – Učebnice. Didaktis, Brno, 64 s.
- WALTEROVÁ, E. (1994): Kurikulum – proměny a trendy v mezinárodní perspektivě. Masarykova univerzita, Brno, 185 s.

ZEMEK, V., KODEJŠKA, Č., ORT, J. (2014): Matematika pro střední školy – 5. díl: Funkce II – Učebnice. Didaktis, Brno, 96 s.

ZORMANOVÁ, L. (2014): Obecná didaktika – pro studium a praxi. Grada, Praha, 240 s.

Kurikulární dokumenty

Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 140 s. [online]. Dostupné z: <<http://www.nuv.cz/file/163>> [cit. 15. 5. 2017].

Národní program rozvoje vzdělávání v České republice (Bílá kniha). Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Praha, 98 s. [online]. Dostupné z:

<<http://www.msmt.cz/dokumenty/bila-kniha-narodni-program-rozvoje-vzdelavani-v-ceske-republice-formuje-vladni-strategii-v-oblasti-vzdelavani-strategie-odrazi-celospolecenske-zajmy-a-dava-konkretni-podnety-k-praci-skol>> [cit. 15. 5. 2017].

Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 100 s. [online]. Dostupné z: <<http://www.nuv.cz/file/159>> [cit. 15. 5. 2017].

Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 165 s. [online]. Dostupné z: <http://www.nuv.cz/uploads/RVP_ZV_2016.pdf> [cit. 15. 5. 2017].

Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2020 [online]. Dostupné z: <www.vzdelavani2020.cz> [cit. 15. 5. 2017].

Školní vzdělávací program "Klíč ke vzdělání". Gymnázium Nad Štolou, Praha, 734 s. [online]. Dostupné z: <<https://www.gymstola.cz/images/docs/svp/svp2016-final.pdf>> [cit. 25. 10. 2016].

Školní vzdělávací program "Otevřená škola". Gymnázium J. Š. Baara, Domažlice, 165 s. [online]. Dostupné z: <<http://gymdom.cz/o-skole/dokumenty/file/154-skolni-vzdelavaci-program-vyssi-gymnazium>> [cit. 11. 9. 2016].

Školní vzdělávací program "Se vzděláním do života". Gymnázium Pierra de Coubertina, Tábor, 501 s. [online]. Dostupné z: <http://www.gymta.cz/studium/svp_se_vzdelanim_do_zivota.pdf> [cit. 24. 9. 2016].

Školní vzdělávací program "Škola právě pro tebe". České reálné gymnázium s. r. o., České Budějovice, 217 s. [online]. Dostupné z:

<http://www.crg.cz/images/svp/Zmeny_SVP_vyssi_gymnazium_zari_2016.pdf> [cit. 5. 11. 2016].

Školní vzdělávací program "Škola pro život". Gymnázium, Týn nad Vltavou, 459 s. [online]. Dostupné z: <http://www.gtnv.cz/wp-content/uploads/2015/01/svpg-srpen_2016.pdf> [cit. 24. 9. 2016].

Školní vzdělávací program "Vzdělání – brána do života". Gymnázium Mikulášské nám., Plzeň, 221 s. [online]. Dostupné z: <https://www.mikulasske.cz/wp-content/uploads/2015/11/svp_vvse.pdf> [cit. 15. 10. 2016].

Školní vzdělávací program „Škola pro život“. Základní škola Žižkova, Turnov [online]. Dostupné z: <http://www.zsturnov.cz/index.php?option=com_content&view=article&id=96:vp&catid=48:vp&Itemid=81> [cit. 15. 5. 2017].

Školní vzdělávací program. Česko-anglické gymnázium s. r. o., České Budějovice, 2016, 367 s.

Školní vzdělávací program. Gymnázium Budějovická, Praha, 2014, 175 s.

Školní vzdělávací program. Gymnázium Českolipská, Praha, 309 s. [online]. Dostupné z: <<http://data.ceskolipska.cz/dokumenty/svp.pdf>> [cit. 25. 11. 2016].

Školní vzdělávací program. Gymnázium Jaroslava Heyrovského, Praha, 429 s. [online]. Dostupné z: <<http://www.gymjh.cz/cs/site/skola/skola-dokumenty/skola-svp.htm>> [cit. 25. 11. 2016].

Školní vzdělávací program. Gymnázium Opatov, Praha, 256 s. [online]. Dostupné z: <<http://www.gymnazium-opatov.cz/images/stories/dokumenty/SVP-GO.pdf>> [cit. 25. 11. 2016].

Školní vzdělávací program. Gymnázium, Český Krumlov, 362 s. [online]. Dostupné z: <<https://www.gymck.cz/storage/SVP-vyssi-komplet.pdf>> [cit. 14. 9. 2016].

Školní vzdělávací program. Gymnázium, Strakonice, [online]. Dostupné z: <<http://www.gymstr.cz/svp>> [cit. 20. 9. 2016].

Školní vzdělávací program. Gymnázium, Třeboň, 2016, 296 s.

Školní vzdělávací program. Tábořské soukromé gymnázium s. r. o., Tábor, 477 s. [online]. Dostupné z: <http://www.tabsg.cz/pdf/SVP_platny_vyssi.pdf> [cit. 24. 9. 2016].

Školní vzdělávací program. Základní škola Plešivec, Český Krumlov [online]. Dostupné z: <<http://www.zsplesivec.cz/skola/zakladni-skolni-dokumenty/skolni-vzdelavaci-program.html>> [cit. 15. 5. 2017].

Seznam příloh

Příloha 1: Vývoj moderního geografického myšlení

Příloha 2: Přehled vývoje paradigmat přírodovědného vzdělávání ve školství v českých zemích

Příloha 3: Ukázka konkrétní úlohy na horizontální integraci matematiky, zeměpisu a českého jazyka

Příloha 4: Abecední seznam a charakteristika vybraných gymnázií

Příloha 5: Mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu ve ŠVP vybraných škol

Příloha 6: Ukázka příkladů se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro gymnázia

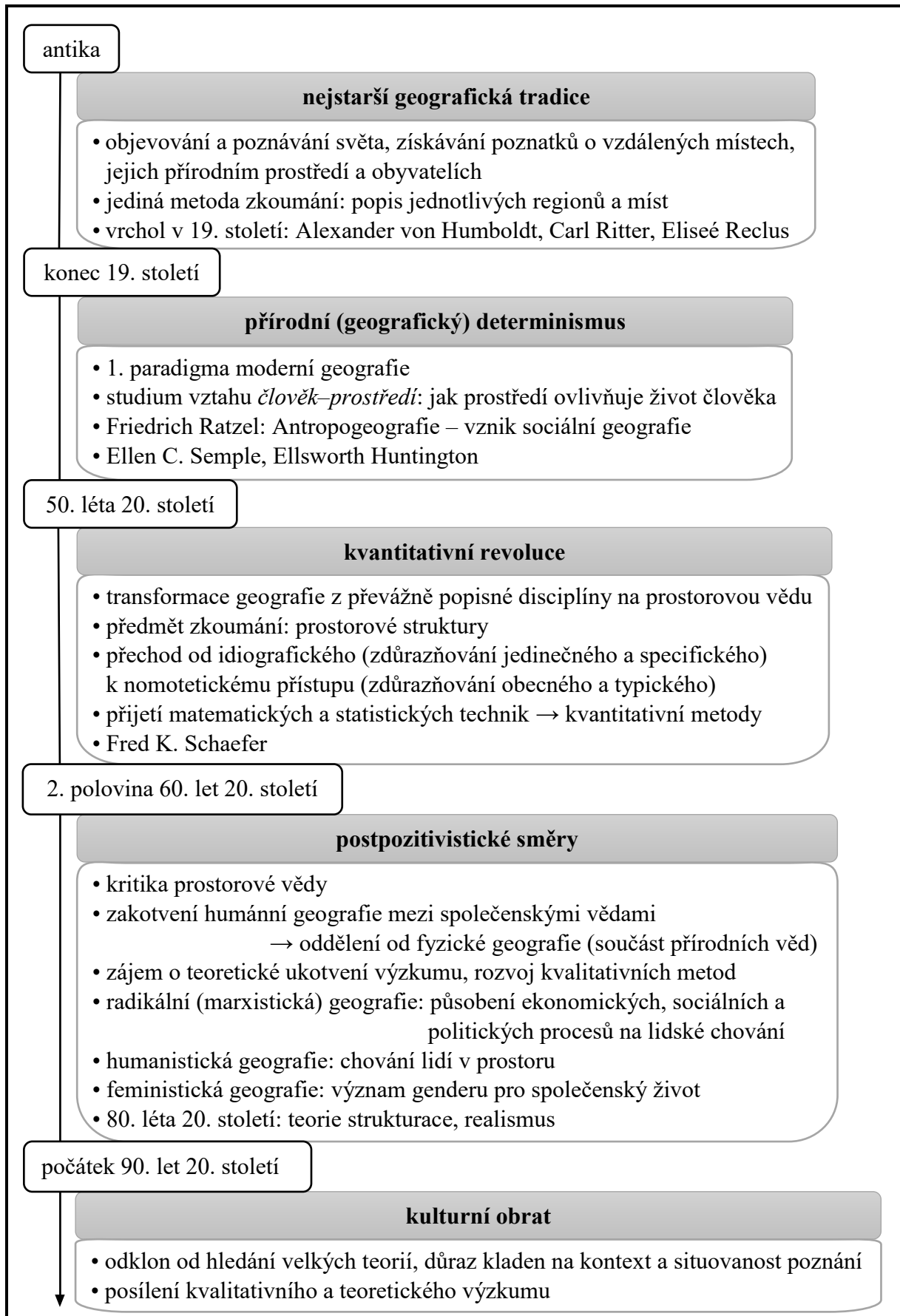
Příloha 7: Ukázka příkladů a rámečku „Víte, že?“ se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro střední školy

Příloha 8: Ukázka příkladu se zeměpisnou tematikou v elektronické učebnici Martina Krynického

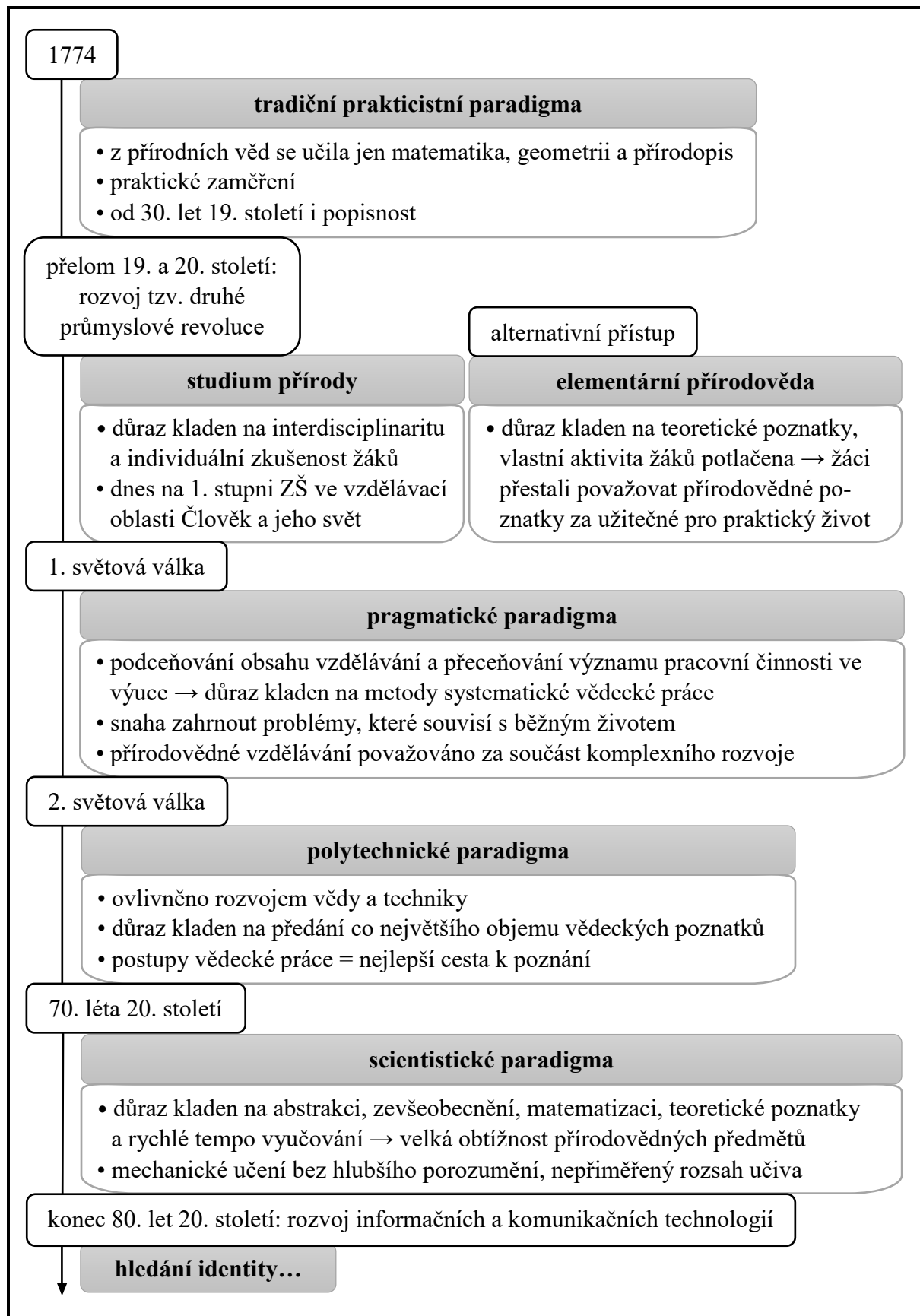
Příloha 9: Ukázka pracovního listu z publikace Geometrie a náš svět

Příloha 10: Ukázka příkladů se zeměpisnou tematikou ze Sbírký aplikačních úloh ze středoškolské matematiky

Příloha 1: Vývoj moderního geografického myšlení



Zdroj: vlastní tvorba podle Holt-Jensen 1999, Toušek, Kunc, Vystoupil a kol. 2008



Příloha 3: Ukázka konkrétní úlohy na horizontální integraci matematiky, zeměpisu a českého jazyka

Úvodní text:

Jednou z autonomních *republik/ monarchií* Ruska je Tatarstán, (asi 3,7 milionu obyvatel). Necelou polovinu obyvatel tvoří Tataři a přes 40 % je Rusů. Tři čtvrtiny všech Tatarů žijí mimo území Tatarstánu v ostatních oblastech Ruska. Tento národ tvoří na území federace po *minoritních/ majoritních* Rusech největší národnostní menšinu. Do oblasti se dostali Tataři, jeden z kmenů Turkického obyvatelstva jižní *Afriky/ Sybiře*, mezi 10.–13. stoletím jako *pastevci/ zemědělci*. Dnes je Tatarstán po moskvě asi nejvíce vyzpělá oblast federace s rozsáhlou průmyslovou výrobou, těžbou a spracováním ropy, výrobou automobilů, dieselových motorů, turbín aj. Tato autonomní *republika/ monarchie* vyniká i vysokou úrovní vzdělanosti a relativně úspěšně fungujícím stupněm uplatňované autonomie.

Zdroj: upraveno podle Anděl, Bičík, Havlíček a kol. 2010; s. 76

Úkoly:

1. Z podtržených slov v úvodním textu vyber správnou variantu.
2. V úvodním textu vyhledej pravopisné chyby a oprav je. Zdůvodni své rozhodnutí.
3. Co znamená zkratka aj.?
4. Vymysli nadpis úvodního textu.
5. Napiš tři čtvrtiny pomocí zlomku. Kolik je to procent?
6. 40 % napiš jako zlomek v základním tvaru.
7. Kolik Rusů (v absolutních číslech) žije na území Tatarstánu?
8. Kolik Tatarů (v absolutních číslech) žije mimo území Tatarstánu?
9. Jaká je hustota zalidnění Tatarstánu, jestliže jeho rozloha je 68 000 km²? Jedná se o málo nebo hodně zalidněné území?
10. Jaké faktory nejvíce ovlivňují hustotu zalidnění této oblasti?
11. Porovnej hustotu zalidnění Tatarstánu s hustotou zalidnění České republiky.

Zdroj: vlastní tvorba, inspirováno Rakoušová 2008

Příloha 4: Abecední seznam a charakteristika vybraných gymnázií

číslo školy	název školy	typ	počet pedagogů	počet studentů	hodinová dotace matematiky	hodinová dotace zeměpisu	fakultní škola?
1	České reálné gymnázium, s. r. o.	s.	26	280	4-4-3-3	2-2-0-0	-
2	Česko-anglické gymnázium, s. r. o.	s.	41	298	4-4-4-2 ⁽¹⁾ 4-3-4-2 ⁽²⁾	2-2-2-0	-
3	Gymnázium J. Š. Baara, Domažlice, Pivovarská 323	st.	47	520	4-4-3-6 ⁽³⁾	2-2-0-0	I
4	Gymnázium Jaroslava Heyrovského, Praha 5, Mezi Školami 2475	st.	60	618	3-4-4-3	2-2-0-0	-
5	Gymnázium Opatov, Praha 4, Konstantinova 1500	st.	46	580	5-4-4-3 ⁽⁴⁾	2-3-2-0	II
6	Gymnázium Pierra de Coubertina, Tábor, Náměstí Františka Křížáka 860	st.	53	590	4-4-3-3 ⁽⁵⁾	2-2-2-0	-
7	Gymnázium, Český Krumlov, Chvalšinská 112	st.	38	430	4-4-4-3	2-2-2-0	-
8	Gymnázium, Plzeň, Mikulášské náměstí 23	st.	56	680	4-4-4-2 ⁽⁶⁾	2-2-2-1	III
9	Gymnázium, Praha 4, Budějovická 680	st.	67	643	4-4-4-4	2-2-2-2 ^(*) 2-2-2-0 ^(°)	IV
10	Gymnázium, Praha 7, Nad Štolou 1	st.	75	860	4-4-4-3 ⁽⁷⁾	2-2-2-0	IV
11	Gymnázium, Praha 9, Českolipská 27	st.	53	577	4-3-3-4	2-2-1-0	V
12	Gymnázium, Strakonice, Máchova 183	st.	46	583	4-4-4-4 ⁽⁸⁾	2-2-2-0	I
13	Gymnázium, Třeboň, Na Sadech 308	st.	29	334	5-5-4-3	2-1-2-0	I
14	Gymnázium, Týn nad Vltavou, Havlíčkova 13	st.	17	200	4-4-4-4	2-2-0-0	-
15	Táborské soukromé gymnázium a základní škola, s.	s.	18	187	4-4-4-4	2-2-2-1	-

Poznámky k příloze 4:

- typ: s. = soukromá škola

st. = státní škola

- hodinová dotace matematiky:

(¹) = čtyřleté studium, 3. a 4. ročník – žáci si vybírají obtížnost předmětu

(²) = vyšší stupeň osmiletého studia, 7. a 8. ročník – žáci si vybírají obtížnost předmětu

(³) = 1. a 2. ročník – jedna hodina týdně dělená

(⁴) = 2. ročník – jedna hodina týdně dělená

(⁵) = po celé čtyři roky jedna hodina týdně dělená

(⁶) = 1. a 2. ročník – dvě hodiny týdně dělené, 3. a 4. ročník – rozdělení žáků do skupin podle úrovně, třída se zaměřením Matematika a přírodní vědy má ve 4. ročníku 3 vyučovací hodiny matematiky týdně

- hodinová dotace zeměpisu:

(*) = humanitní blok

(°) = přírodovědný blok

- fakultní škola:

I = Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

II = Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

+ Fakulta tělesné výchovy a sportu, Univerzita Karlova v Praze

III = Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze

IV = Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

+ Matematicko-fyzikální fakulta, Univerzita Karlova v Praze

V = Přírodovědecká fakulta, Univerzita Karlova v Praze

+ Pedagogická fakulta, Univerzita Karlova v Praze

- údaje se týkají čtyřletých (a vyššího stupně víceletých) gymnázií

- data jsou platná k začátku školního roku 2016/ 2017

Zdroj: vlastní tvorba

Příloha 5: Mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu ve ŠVP vybraných škol

číslo školy	matematika – mezipředmětový vztah se zeměpisem	zeměpis – mezipředmětový vztah s matematikou
1	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geometrie v rovině – měřítko mapy • Shodná zobrazení, stejnolehlost, konstrukční úlohy – souřadnice 	žádná konkrétní vazba neuvedena
2	mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu zmíněny jen obecně v popisu předmětů (konkrétně v učebních osnovách předmětů ne)	
3	mezipředmětové vztahy matematiky a zeměpisu zmíněny jen obecně v popisu předmětů (konkrétně v učebních osnovách předmětů ne)	
4	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Základní poznatky – velká a malá čísla jako délky pohoří, rozlohy moří, pouští, ...; výroky • Lineární rovnice a nerovnice s více neznámými a jejich soustavy – reálné závislosti modelované pomocí lineárních rovnic a nerovnic s více neznámými <p>2. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funkce – grafické znázornění různých závislostí • Goniometrické funkce v pravoúhlém trojúhelníku – souřadnice • Geometrické útvary v rovině – úhel azimutu, zeměpisná délka a šířka • Zobrazení v rovině – kartografická projekce <p>3. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Metrické vlastnosti – geologie: odchylka geologické vrstvy od vodorovné roviny • Tělesa – zeměpisná pásma, vesmírná tělesa, Země – příklad koule 	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Geografické informace a terénní vyučování – úhly, převody jednotek
5	žádná konkrétní vazba neuvedena	žádná konkrétní vazba neuvedena
6	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Základní poznatky z matematiky – kartografie <p>4. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statistika – Dálkový průzkum Země 	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kartografie – základní poznatky z matematiky
7	žádná konkrétní vazba neuvedena	žádná konkrétní vazba neuvedena
8	žádná konkrétní vazba neuvedena	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planeta Země – jednotky vzdáleností • Kartografie – grafy, tabulky • Regionální geografie – statistické údaje, grafy <p>2. – 4. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Regionální zeměpis – grafy, diagramy, statistické údaje

9	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Rovnice a nerovnice <p>2. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Planimetrie • Funkce • Goniometrie <p>3. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Stereometrie 	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Kartografie
10	<p>2. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Podobná zobrazení <p>3. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Analytická geometrie: souřadnice – aplikace v astronomii <p>4. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statistika 	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Země jako vesmírné těleso • Znázornění Země na mapách
11	<p>4. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Statistika – analýza reálných statistických souborů 	žádná konkrétní vazba neuvedena
12	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Opakování učiva ZŠ – měřítko map <p>2. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Funkce – souřadnice <p>3. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Posloupnosti a řady – změna demografických údajů 	<p>1. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Základy geografické kartografie – geometrie v rovině a v prostoru, číslo a proměnná, měřítko map a plánů – lineární závislosti <p>3. ročník:</p> <ul style="list-style-type: none"> • Základy kartografie a topografie – geometrie v rovině a v prostoru, zobrazení, funkce • Terénní geografická a geologická výuka – úhel, jednotky
13	žádná konkrétní vazba neuvedena	žádná konkrétní vazba neuvedena
14	žádná konkrétní vazba neuvedena	žádná konkrétní vazba neuvedena
15	žádná konkrétní vazba neuvedena	žádná konkrétní vazba neuvedena

Zdroj: vlastní tvorba podle ŠVP jednotlivých škol

Příloha 6: Ukázka příkladů se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro gymnázia

Příklad 1

Na obr. 1.2 je část termogramu, zachycující průběh teploty (ve °C) v časovém úseku 3 dnů.



Obr. 1.2

1 Zjistěte z obrázku, jaká byla teplota ve středu ráno v 5 hodin, ve 12 hodin, v 18 hodin; určete, kdy byla teplota během středy nejnižší, nejvyšší.

Zdroj: Odvárko 2013a, s. 12

Příklad 2

Trojúhelníkové pole je na plánu v měřítku 1 : 5 000 zakresleno jako trojúhelník o stranách délek 32,5 mm, 23,5 mm a 36 mm. Určete jeho skutečné rozměry.

Zdroj: Pomykalová 2014, s. 39

Příklad 3

Z údajů, které se uveřejňují ve statistických ročenkách, zjišťujeme, že relativní četnost chlapců mezi živě narozenými dětmi v ČR v průběhu let jen nepatrně kolísá a že činí přibližně 0,516. Tuto hodnotu lze tedy přijmout za pravděpodobnost, že živě narozené dítě v ČR bude chlapec (a hodnotu 0,484 za pravděpodobnost, že to bude děvče).

Zdroj: Calda, Dupač 2012; s. 88

Příloha 7: Ukázka příkladů a rámečku „Víte, že?“ se zeměpisnou tematikou v učebnicích Matematika pro střední školy

Příklad 1

Negujte následující výroky a rozhodněte o pravdivostní hodnotě původního i negovaného výroku.

a: Česká republika vstoupila do NATO 12. března 2000.

b: Ze 44 prezidentů USA byli 4 zavražděni.

a: Česká republika vstoupila do NATO 12. března 2000.

$\neg a$: Česká republika nevstoupila do NATO 12. března 2000.

$$p(a) = 0$$

$$p(\neg a) = 1$$

(Pozn.: Česká republika vstoupila do NATO 12. března 1999.)

b: Ze 44 prezidentů USA byli 4 zavražděni.

$\neg b$: Ze 44 prezidentů USA nebyli 4 zavražděni.

$$p(b) = 1$$

$$p(\neg b) = 0$$

(Pozn.: Zavraždění prezidenti USA byli: Abraham Lincoln, James A. Garfield, William McKinley a John F. Kennedy.)

Zdroj: Krupka, Polický, Škaroupková 2012; s. 144

Příklad 2

Dlouhodobá průměrná teplota vzduchu na Lysé hoře v březnu je $-3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Maximální teplota, která zde byla v březnu 2015 naměřena, byla $8,1\text{ }^{\circ}\text{C}$ a minimální teplota byla $-8,3\text{ }^{\circ}\text{C}$. Jaká je absolutní odchylka těchto teplot?

Zdroj informací: Meteorologická stanice Lysá hora

Absolutní odchylka maximální naměřené teploty od průměru:

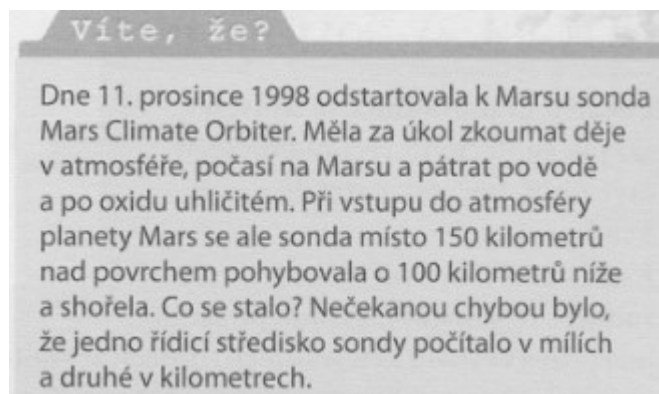
$$d_{max} = |8,1 - (-3)| = 11,1\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Absolutní odchylka minimální naměřené teploty od průměru:

$$d_{min} = |-8,3 - (-3)| = 5,3\text{ }^{\circ}\text{C}$$

Zdroj: Horenský, Janů, Květoňová, Lukšová, Vémolová 2015; s. 79

Ukázka rámečku „Víte, že?“ se zeměpisnou tematikou



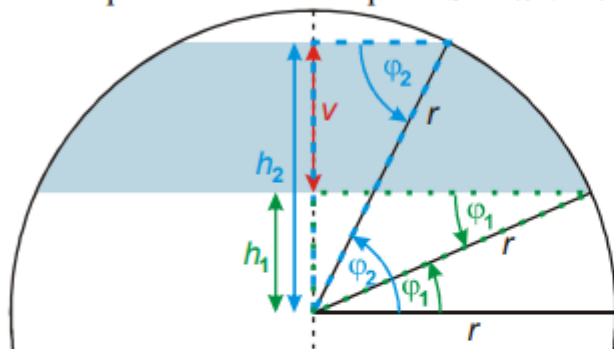
Zdroj: Vondra 2016a, s. 7

Příloha 8: Ukázka příkladu se zeměpisnou tematikou v elektronické učebnici Martina Krynického

Příklad 1

Země má poloměr přibližně 6378 km. Urči plochu zemského povrchu ležícího v mírném pásmu (mezi obratníkem $\varphi_1 = 23^\circ 27'$ a polárním kruhem $\varphi_2 = 66^\circ 33'$). Kolik procent zemského povrchu mírný pás tvoří?

Vzorec pro obsah kulového pásu: $S = 2\pi r v \Rightarrow$ musíme určit výšku pásu.



Z obrázku je vidět, že platí: $v = h_2 - h_1$

Obě výšky spočítáme z vyznačených pravoúhlých trojúhelníků

$$\sin \varphi_1 = \frac{h_1}{r} \Rightarrow h_1 = r \sin \varphi_1 \quad (h_1 = 2538 \text{ km})$$

$$\sin \varphi_2 = \frac{h_2}{r} \Rightarrow h_2 = r \sin \varphi_2 \quad (h_2 = 5851 \text{ km})$$

$$v = h_2 - h_1 = r \sin \varphi_2 - r \sin \varphi_1 = r (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1)$$

$$S = 2\pi r v = 2\pi r r (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1) = 2\pi r^2 (\sin \varphi_2 - \sin \varphi_1) =$$

$$= 2\pi \cdot 6378^2 (\sin 63^\circ 33' - \sin 23^\circ 27') \text{ km}^2 = 133000000 \text{ km}^2$$

$$\text{Celková plocha mírného pásu } 2 \cdot 133000000 \text{ km}^2 = 266000000 \text{ km}^2$$

$$\text{Celková plocha Země: } S = 4\pi r^2 = 4\pi \cdot 6378^2 \text{ km}^2 = 511000000 \text{ km}^2$$

Přímá úměrnost:

100%	...	511000000
x%	...	266000000

$$\frac{x}{266000000} = \frac{100}{511000000}$$

$$x = 266000000 \frac{100}{511000000} = 52$$

Zdroj: Krynický 2017 [online]. Dostupné z:

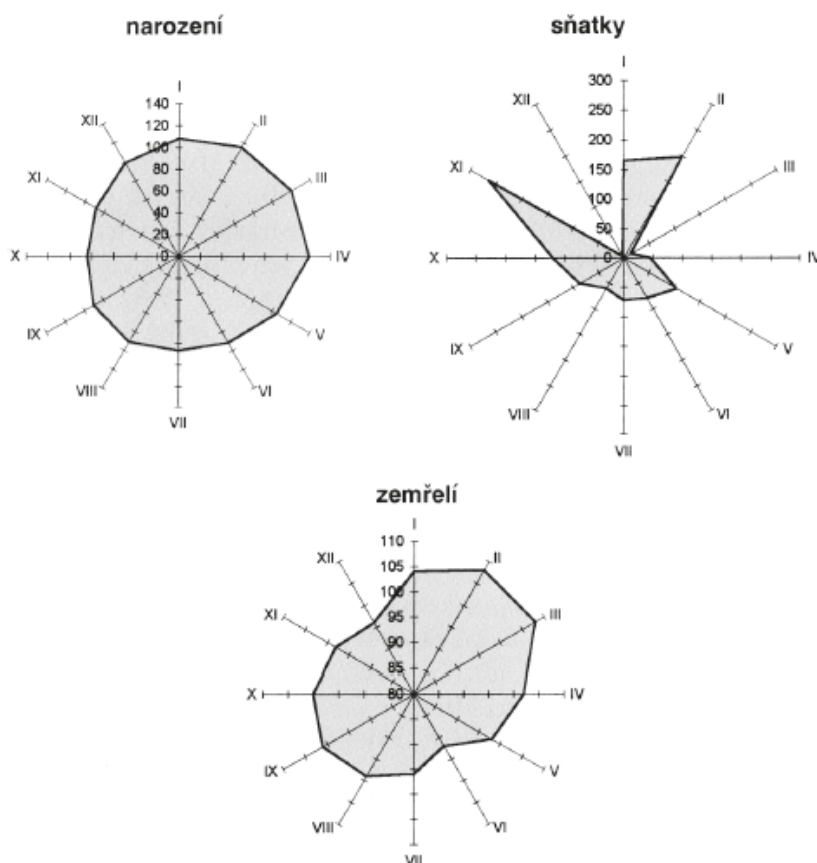
<<http://www.realisticky.cz/ucebnice/01%20Matematika%20S%C5%A0/05%20Stereometrie/04%20T%C4%9Blesa/06%20Objemy%20a%20povrchy%20rota%C4%8Dn%C3%ADch%20t%C4%9Bles%20I.pdf>> [cit. 14. 7. 2017].

PL – Polární grafy

Situace, které se opakují v pravidelných intervalech, je možné znázornit tzv. polárním grafem. Jde např. o průměrné srážky naměřené v jednotlivých měsících za n roků, roční (průměrný) chod teplot ap. (Řadu takových údajů najdete v zeměpisném atlase pro střední školy.)

Na našem obrázku jsou na polopřímky vycházející z počátku vyneseny počty narozených, sňatků a úmrtí v jednotlivých měsících roků. Každý z těchto údajů je aritmetickým průměrem počtů 50 zjištěných událostí z let 1750–1799. Připomínám, že v této době většina obyvatel žila na venkově a žila v podstatě „bez rezerv“ v hospodářství. Zimní úmrtí byla zpravidla způsobena nedostatkem stravy. Naproti tomu sňatky (díky katolickému venkovu) byly ovlivněny církevním kalendářem (v adventu a půstu před velikonoce svatba nepřipadala v úvahu) a letní usilovnou prací na polích.

Sezonnost demografických jevů v Čechách v letech 1750–1799



Úloha (1) Sestrojte na základě takového grafu graf sloupkový (stejně jako v atlase). Nezapomínejte, že lomená čára ohraničující „vnitřek grafu“ nic nevyovídá. Slouží pouze k tomu, abychom snadněji našli vyznačené hodnoty pro jednotlivé měsíce.

Úloha (2) Vyhledejte v atlase sloupkový graf průměrných dešťových srážek během roku a sestrojte jemu odpovídající graf polární.

Příloha 10: Ukázka příkladů se zeměpisnou tematikou ze Sbírký aplikačních úloh ze středoškolské matematiky

Příklad 1

Filip letí na návštěvu k příbuzným do města Tucson v Arizoně. Na internetu si našel předpověď počasí pro následující dny. Pomozte mu určit ve °C s přesností na celé stupně, jaká bude v uvedených dnech v Tucsonu nejvyšší a nejnižší denní teplota. Vypočítejte ve stupních Celsia největší teplotní rozdíl mezi denní a noční teplotou ve stejném kalendářním dni.



Zdroj: Robová a kol. 2014, s. 20–21

Příklad 2

Optimalizace výroby

Firma dovážející a zpracovávající tresčí maso ze Severního moře má tři provozovny, ve kterých vyrábí plněné rybí taštičky, rybí pomazánku a rybí salát. Provozovny používají stejné receptury, ale mají odlišné kapacity jednotlivých výrobních zařízení; z deseti kilogramů ryb vyrobí jednotlivé pobočky po přidání dalších potřebných ingrediencí následující množství pochutin (v kilogramech):

	Pobočka 1	Pobočka 2	Pobočka 3
Plněné taštičky	2	4	5
Rybí pomazánka	5	4	4
Rybí salát	6	6	5

Předpokládejme, že ostatní suroviny jsou snadno dostupné.

Průzkum trhu ukázal, že v daném časovém období je poptávka po 32 tunách plněných rybích taštiček, 39 tunách rybí pomazánky a 52 tunách rybiho salátu.

Jaká množství masa má firma dodat do jednotlivých provozoven, aby byla uspokojena poptávka, ale nic nebylo vyrobeno zbytečně navíc?

Řešení

Označme symboly x , y , z množství ryb (v desítkách tun) dodané po řadě do první, druhé a třetí pobočky. Uvažujme nyní plněné rybí taštičky. Aby všechny pobočky dohromady vyrobily právě 32 tun tohoto produktu, musí platit

$$2x + 4y + 5z = 32.$$

Podobně můžeme sestavit rovnice pro množství rybí pomazánky a salátu; celkem tak získáme soustavu rovnic:

$$2x + 4y + 5z = 32$$

$$5x + 4y + 4z = 39$$

$$6x + 6y + 5z = 52$$

Řešením uvedené soustavy je $x = 3$, $y = 4$ a $z = 2$. Tyto hodnoty udávají desítky tun.

Do první provozovny je tedy třeba dodat 30 tun masa, do druhé 40 tun a do třetí 20 tun masa.

Zdroj: Robová a kol. 2014, s. 33–34