

Univerzita Karlova

Přírodovědecká fakulta

katedra sociální geografie a regionálního rozvoje

Studijní program: Geografie se zaměřením na vzdělávání



Anna Dudařová

Téma atmosféry ve výuce zeměpisu na gymnáziích (na příkladu všeobecné cirkulace atmosféry)

The topic of the atmosphere in the teaching of geography at secondary schools (on the example of the global circulation of the atmosphere)

Bakalářská práce

Vedoucí práce: RNDr. Jakub Jelen, Ph.D.

Abstrakt

Bakalářská práce se věnuje tématu všeobecné cirkulace atmosféry a jeho výuce na gymnáziích. Cílem práce je výzkum přístupu učitelů k výuce tohoto tématu a analýza učebnic a atlasů, které mohou vyučující při výuce využít. Dalším cílem je vytvoření výukového materiálu, který může pedagogům usnadnit přípravu na hodiny, věnující se zmiňovanému tématu. V první části práce je čtenáři představeno samotné téma všeobecné cirkulace atmosféry, shrnutí předchozích výzkumů a představení pohledu na téma z hlediska českých vzdělávacích dokumentů. V druhé části jsou představeny oba výzkumy a jejich výsledky, tedy obsahová analýza učebnic a atlasů a dotazníkové šetření, kterého se zúčastnilo 63 učitelů gymnázií. Na základě těchto výzkumů byl vytvořen výukový materiál, kterému se věnuje poslední část práce.

Klíčová slova

zeměpis, atmosféra, všeobecná cirkulace atmosféry, výukový materiál, gymnázium

Abstract

The bachelor thesis is devoted to the topic of general atmospheric circulation and its teaching at secondary schools. The aim of the thesis is to research the teachers' approach to teaching this topic and to analyse textbooks and atlases that teachers can use in their teaching. Another objective is also to create teaching material that can facilitate teachers' preparation for classes dealing with the mentioned topic. In the first part of the thesis, the reader is introduced to the topic of general atmospheric circulation itself, a summary of previous research and a presentation of the view of the topic from the point of view of Czech educational documents. In the second part, both researches and their results are presented, i.e. the content analysis of textbooks and atlases and the questionnaire survey in which 63 grammar school teachers participated. On the basis of these researches, teaching material was created, which is the subject of the last part of the thesis.

Key words

geography, atmosphere, global circulation of the atmosphere, teaching material, grammar school

Prohlášení

Prohlašuji, že jsem závěrečnou práci zpracovala 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.

V Praze dne 25. 4. 2024

.....

Anna Dudařová

Poděkování

Chtěla bych velmi poděkovat mému vedoucímu RNDr. Jakobovi Jelenovi, Ph.D. za veškerou pomoc a cenné rady při psaní práce. Také bych chtěla poděkovat RNDr. Miloslavu Müllerovi, Ph.D. za odborné konzultace a v neposlední řadě všem učitelům, kteří vyplnili dotazník.

1	Úvod.....	10
2	Cíle a metody	11
3	Všeobecná cirkulace atmosféry	12
	3.1. Historie vědeckých poznatků	12
	3.2. Základní faktory cirkulace	13
	3.3. Členění všeobecné cirkulace	14
4	Výuka tématu všeobecné cirkulace atmosféry.....	18
5	Geografické vzdělávání z pohledu kurikulárních dokumentů.....	19
	5.1. Strategie 2030+	19
	5.2. Rámcový vzdělávací program	20
6	Dostupné materiály pro výuku	22
	6.1. Pojmy v učebnicích	23
	6.2. Grafické prvky v učebnicích	26
	6.3. Atlasy.....	27
7	Výzkum výuky tématu všeobecné cirkulace atmosféry	29
	7.1. První část	30
	7.2. Druhá část – odpověď NE	30
	7.3. Druhá část – odpověď ANO	31
	7.4. Třetí část	33
	7.5. Čtvrtá část.....	35
8	Návrh výukového materiálu	38
9	Závěr.....	39
10	Seznam použité literatury a zdrojů	41
11	Přílohy	44

Seznam použitých zkratek

ČMeS – Česká meteorologická společnost

ITCZ – Intertropická zóna konvergence

MŠMT – Ministerstvo školství mládeže a tělovýchovy

NOAA – National Oceanic and Atmospheric Administration

RVP – Rámcový vzdělávací program

ŠVP – Školní vzdělávací program

Seznam použitých obrázků, tabulek, grafů a příloh

Seznam obrázků

Obrázek 1: Všeobecná cirkulace atmosféry na nerotující Zemi.....	12
Obrázek 2: Všeobecná cirkulace vzduchu na Zemi, trojbuněčný model	15
Obrázek 3: Měsíční průměry: tlak vzduchu vztažený na hladinu moře a přízemní větry v lednu a červenci.....	16
Obrázek 4: Polární jet stream	17
Obrázek 5: Tři modely zonální cirkulace atmosféry.	18

Seznam tabulek

Tabulka 1: Výsledky výzkumu výskytu pojmů v učebnicích zeměpisu pro gymnázia.....	24
Tabulka 2: Výsledky výzkumu výskytu grafických prvků v učebnicích zeměpisu pro gymnázia	26
Tabulka 3: Výsledky výzkumu výskytu vybraných prvků ve školních atlasech (podle vydavatelství)	28
Tabulka 4: Věková struktura respondentů	30

Seznam grafů

Graf 1: V jakém ročníku/ročnících téma všeobecné cirkulace atmosféry zařazujete?	31
Graf 2: Kolik času tématu věnujete?	32
Graf 3: Ve kterých předmětech téma všeobecné cirkulace atmosféry zařazujete?	33
Graf 4: Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu atmosféry v rámci výuky fyzické geografie?.....	34
Graf 5: Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry v rámci výuky fyzické geografie?	34
Graf 6: Odkud získáváte podklady pro výuku tématu všeobecné cirkulace atmosféry?	35
Graf 7: Do jaké míry jsou pro Vás dostupné podklady pro téma všeobecné cirkulace atmosféry dostačující?	36
Graf 8: Do jaké míry byste ocenili, kdyby bylo k dispozici více výukových materiálů k tématu všeobecné cirkulace atmosféry?	36

Seznam příloh

Příloha 1: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici Příroda a lidé Země, učebnice zeměpisu pro střední školy	11
Příloha 2: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici Zeměpis I. v kostce pro střední školy	12
Příloha 3: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici Příprava na státní maturitu–Zeměpis.....	13
Příloha 4: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici Geografie 1: Fyzickogeografická část	14
Příloha 5: Ukázka části dotazníkového šetření.....	15
Příloha 6: Návrh výukového materiálu na téma všeobecné cirkulace atmosféry	17

1 Úvod

Meteorologie a klimatologie jsou základními komponenty výuky fyzické geografie, která je významnou složkou výuky nejen zeměpisu, ale může určitými poznatky přesahovat také do fyziky na druhém stupni základních škol a na gymnáziích. Díky pochopení všeobecné cirkulace atmosféry a mechanismů, které jí způsobují může být pro žáky výrazně jednodušší orientovat se v klimatických podmínkách míst po celé Zemi. Klima daného místa výrazně ovlivňuje způsoby života v regionech, což je téma, které je dle mého názoru jedno z podstatných částí výuky zeměpisu.

Osvojení si základních fyzikálních procesů, které jsou součástí mechanismu globální cirkulace atmosféry, tedy například, že teplý vzduch stoupá směrem nahoru, u toho se ochlazuje a následně vodní pára v něm kondenzuje, studený naopak klesá směrem dolů k zemskému povrchu a že vzduch má tendenci proudit směrem z tlakové výše do tlakové níže, může následně pomoci i při výuce o sezónních tlakových útvarech (např. monzuny).

Na mojí cestě geografickým vzděláváním jsem se s tématem všeobecné cirkulace atmosféry setkala poprvé až při individuální přípravě na maturitní zkoušku, kdy jsem při učení využívala i internetových zdrojů a na YouTube jsem narazila na učitele, který nahrával záznamy ze svých online hodin v době pandemie covid-19. Dodnes si pamatuji, že jsem byla tématem ohromena a zájem mi zůstal dodnes. Vedlo mě to ale k zamyšlení, proč se o tak zajímavém tématu dozvídám až u konce středoškolského studia, a navíc po vlastní ose. Na základě těchto úvah přišel později, na vysoké škole, nápad na bakalářskou práci, která by se tématem zabývala a její součástí by byl i výzkum, díky kterému by bylo zjištěno, jak přistupují k tématu všeobecné cirkulace atmosféry učitelé na různých školách a zda je z jejich pohledu toto téma také tak důležité.

2 Cíle a metody

Cílem bakalářské práce je hodnocení přístupu učitelů zeměpisu k výuce tématu globální cirkulace atmosféry na vybraných gymnáziích a také hodnocení dostupných zdrojů, týkajících se daného tématu, které mohou učitelům s výukou pomoci. Jedná se o učebnice a atlasy. K posouzení výuky bude využito dotazníkové šetření mezi modelovou skupinou učitelů zeměpisu. K hodnocení dostupných výukových materiálů, tedy učebnic a atlasů, bude využita obsahová analýza. Dílčím cílem práce bude vytvořit vlastní výukový materiál s ohledem na výsledky výše zmíněných analýz.

Podle Gavory (2000) lze pomocí analýzy většího počtu různých učebnic dospět k relevantním výsledkům. Pomocí této metody lze zjistit, jaké tematické celky jsou v učebnicích zahrnuty, kolik prostoru se jim věnovalo nebo jaké pojmy jsou pro výuku určitého tématu zaváděny. Při analýze přístupu k výuce tématu globální cirkulace atmosféry na českých gymnáziích bude využito dotazníkového šetření, tedy jedné z metod kvalitativního výzkumu. Podle Vojtíška (2012) dotazník ve své podstatě nahrazuje strukturovaný rozhovor. Hlavním rozdílem je, že v současnosti lze využít možnosti on-line dotazníků což umožňuje nejen oslovit více respondentů, ale také to značně ušetří čas zadavatele. Nevýhodou ale může být nižší návratnost rozeslaných dotazníků, a tím zapříčiněný nedostatek relevantních vzorků či anonymita dotazovaných, která může vést k přikrášlování odpovědí. Podle Pelikána (1998) může výzkum negativně ovlivnit přílišná délka dotazníku, protože po velkém množství otázek dojde k únavě respondenta a snížení jeho motivace dotazník dokončit. V tomto případě může nastat situace, kdy dotazovaný formulář pouze náhodně vyplňuje a výsledky ztrácí důvěryhodnost. Proto je u vytváření dotazníků mimo přiměřené délky zásadní i správná volba otázek.

Vojtíšek (2012) i Pelikán (1998) se ve svých publikacích shodují na některých potřebách, které by měl správně vypracovaný dotazník splňovat. Autor dotazníku by měl pokládat jednoznačné otázky, na které existují jednoznačné odpovědi a neptat se na více věcí jednou otázkou. Také by otázky měly být kladeny srozumitelným jazykem, s ohledem na populaci dotazovaných, tedy úměrně jejich vzdělání a věku a netvořit zbytečně dlouhá souvětí, která mohou snížit přehlednost otázky. Další důležitou podmínkou pro kvalitní dotazník je formulování otázek neutrálně, tedy tak, aby z nich nebylo možné odvodit názor tazatele, s čímž souvisí i formulování otázek tak, aby se žádná nejevila jako špatná, ale ani aby žádná nepůsobila jako optimální varianta. Tazatel by tedy neměl již samotnou otázku klást jednoznačně kladně nebo záporně.

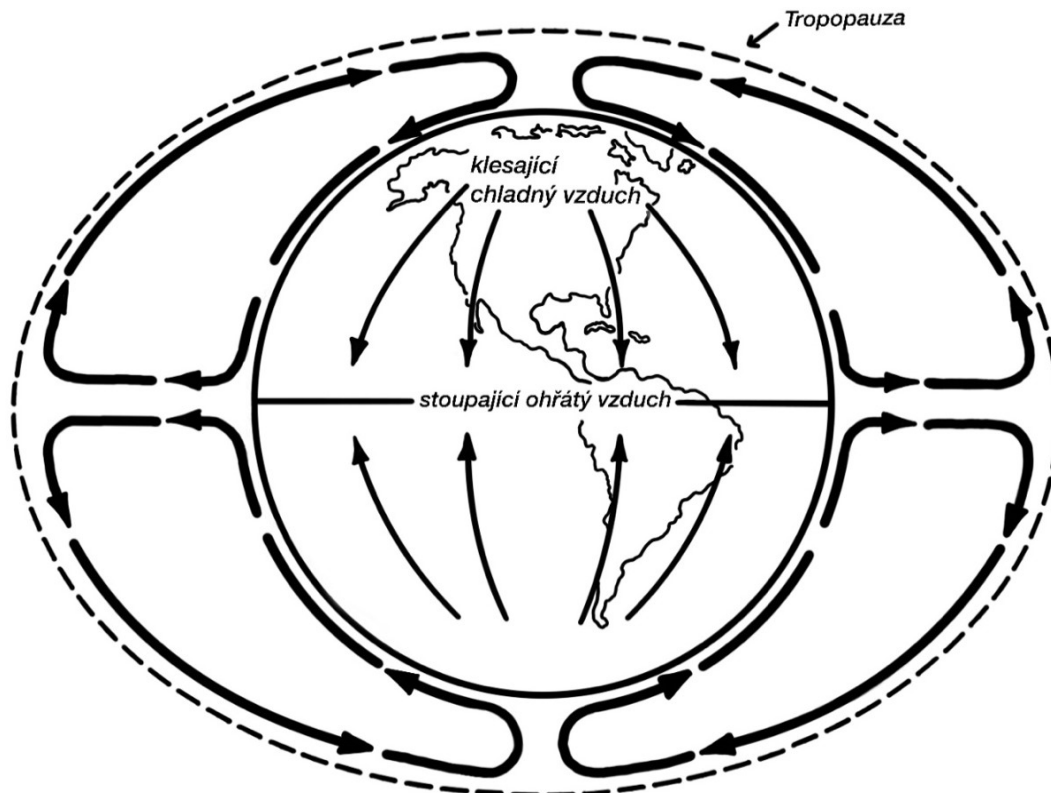
3 Všeobecná cirkulace atmosféry

Zemská atmosféra je jedním ze zásadních faktorů, které umožňují život na Zemi. Plynný obal naší planety ovšem není statický, nýbrž cirkuluje (Randall 2015). Mechanismy tohoto pohybu a všechny jeho důsledky jsou velmi rozsáhlé téma, které je obtížné shrnout do několika málo stránek textu bez poměrně značného zjednodušení.

3.1. Historie vědeckých poznatků

První modely, týkající se všeobecné cirkulace atmosféry, představil v roce 1735 George Hadley. Lutgens a Tarbuck (1979). Uvádí, že Hadley si byl vědom, že solární energie způsobuje pohyby vzduchu a z toho vyplývající vznik větrů. Přišel také s myšlenkou, že značný rozdíl teplot mezi oblastí rovníku a pólů by způsobil podobný mechanismus jako je mořská bríza, akorát v mnohonásobně větším měřítku. Dále Lutgens a Tarbuck (1979) představují Hadleyho teorii o existenci pouze jedné velké konvekční buňky na severní a jižní polokouli v případě, že by Země nerotovala kolem vlastní osy (obr. 1).

Obrázek 1: Všeobecná cirkulace atmosféry na nerotující Zemi



Zdroj: vlastní zpracování podle Lutgens a Tarbuck (1979)

Tato teorie ovšem neodpovídala skutečnému naměřenému rozprostření tlaku vzduchu na Zemi, a proto byla ve 20. letech 20. století nahrazena dnes již známým třibuněčným modelem (kapitola 3.3.), ve kterém jsou buňky mezi rovníkem a obratníky pojmenovány právě po Hadleym, protože se mechanismy cirkulace v této oblasti podobají jeho vysvětlení proudění vzduchu v atmosféře (Lutgens a Tarbuck 1979). V současnosti je trojbuněčný model považován za spíše idealizovanou verzi popisu všeobecné cirkulace a většina publikací se přiklání k implementaci sezónních výkyvů při popisu globální systému proudění.

3.2. Základní faktory cirkulace

Randall (2015) stejně jako Hadley (cit. v Lutgens a Tarbuck 1979) uvádí, že základní hybnou silou je v případě všeobecné cirkulace atmosféry insolace, tedy „*množství přímého slunečního záření, dopadající na jednotku vodorovné nebo nakloněné plochy za jednotku času*“ (ČMeS 2024, insolace). Oslunění povrchu závisí mimo jiné na množství energie vyzařované Sluncem, umístěním Země na oběžné dráze i členitosti zemského povrchu, nejvýznamnějším faktorem je ovšem zeměpisná šířka. Další významný vliv má také čas. V průběhu roku se totiž Země po oběžné dráze pohybuje a díky sklonu zemské osy dochází k rozdílnému ozáření severní a jižní polokoule (Randall 2015). Distribuce dopadajícího slunečního záření na zemský povrch není rovnoměrná, což způsobuje značné rozdíly v teplotě a tlaku vzduchu v různých zeměpisných šířkách.

Fyzikální vlastnosti vzduchu jsou další nezbytnou částí pro popsání procesu všeobecné cirkulace atmosféry. Ze stavové rovnice vzduchu $p = R \rho T$ (kde p = tlak vzduchu, R = plynová konstanta, ρ = hustota a T = teplota) vyplývá, že tlak vzduchu je závislý mimo jiné na teplotě a hustotě vzduchu. Lutgens a Tarbuck (1979) popisují, že pokud je zachována konstantní hustota vzduchu, tlak se zvyšující se teplotou stoupá. V přirozených podmínkách je ovšem změna teploty vzduchu velmi často doprovázena změnou hustoty. Při ohřívání vzduchu dochází k rozpínání plynu, jednotlivé molekuly se od sebe oddalují a dochází tedy k poklesu hustoty a následným výstupným pohybům vzduchu.

Pokud spojíme dohromady rozložení teploty a insolace na Zemi a fakt, že ohřátý vzduch má nízkou hustotu a studený vzduch naopak vysokou, dojdeme k závěru, že v oblasti rovníku se vyskytuje oblast nízkého tlaku vzduchu a v polárních oblastech najdeme naopak oblast vysokého tlaku vzduchu. V tomto případě se jedná o vertikální pohyby vzduchu. Nesmíme ovšem opomenout ani pohyby horizontální, velmi zjednodušeně známé jako vítr. Lutgens a Tarbuck (1979) shrnují vznik větru jako důsledek rozdílů v tlaku vzduchu.

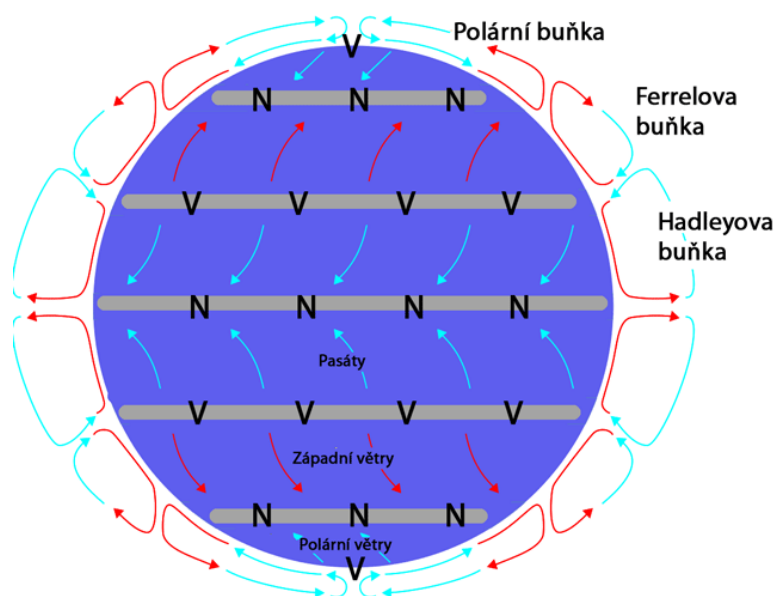
Vzduch má tendenci proudit z oblastí vysokého tlaku vzduchu do oblastí nízkého tlaku. „*Vítr je tedy snaha přírody vyrovnat rozdíly v tlaku vzduchu*“ (Lutgens a Tarbuck 1979, s. 126).

Kdyby Země nerotovala, neexistovalo by tření ani žádné prostorové překážky, proudil by vzduch přímo z oblastí vysokého tlaku do oblastí nízkého (Lutgens a Tarbuck 1979). Tento model by odpovídal již výše zmíněnému Hadleyho jednobuněčnému modelu. Díky moderním poznatkům ovšem víme, že je zde několik faktorů, které mohou směr proudění vzduchu ovlivnit. Pro téma globální cirkulace je velmi významná Coriolisova síla. Ta vzniká v důsledku otáčení Země kolem vlastní osy proti směru hodinových ručiček, kdy dochází k rozdílu v tečné rychlosti bodu s měnící se zeměpisnou šířkou. Tedy v oblasti rovníku se imaginární bod pohybuje kolem zemské osy rychleji, než v oblasti pólů, protože za stejný časový úsek urazí větší vzdálenost. Díky tomuto mechanismu se všechny volně pohybující se objekty, což zahrnuje i vítr nebo vodní proudy, stáčí na severní polokouli směrem doprava, tedy ve směru hodinových ručiček a na jižní polokouli naopak doleva, proti směru hodinových ručiček (Britannica 2024). Konkrétním případům znatelného působení Coriolisovy síly na vzduchové hmoty se budou, mimo jiné, věnovat následující podkapitoly.

3.3. Členění všeobecné cirkulace

V odborné literatuře se setkáme převážně s idealizovaným rozdělením všeobecné cirkulace atmosféry na tři hlavní buňky cirkulace na každé polokouli (obrázek 2). Hadleyovu v oblasti od rovníku po 30° zeměpisné šířky, Ferrelovu, která se nachází v mírných šířkách od 30° po 60° zeměpisné šířky a poslední, polární buňku, ve které proudí vzduch od 60. rovnoběžky k pólům (Hanus a Šídlo 2011). Toto rozdělení ovšem ne tak úplně odpovídá realitě, ačkoliv se hojně vyskytuje napříč různou literaturou. Proto v této podkapitole bude představena klasická třibuněčná varianta cirkulace, ale zároveň i druhý, doplňující popis některých globálních pohybů vzduchu.

Obrázek 2: Všeobecná cirkulace vzduchu na Zemi, trojbuněčný model



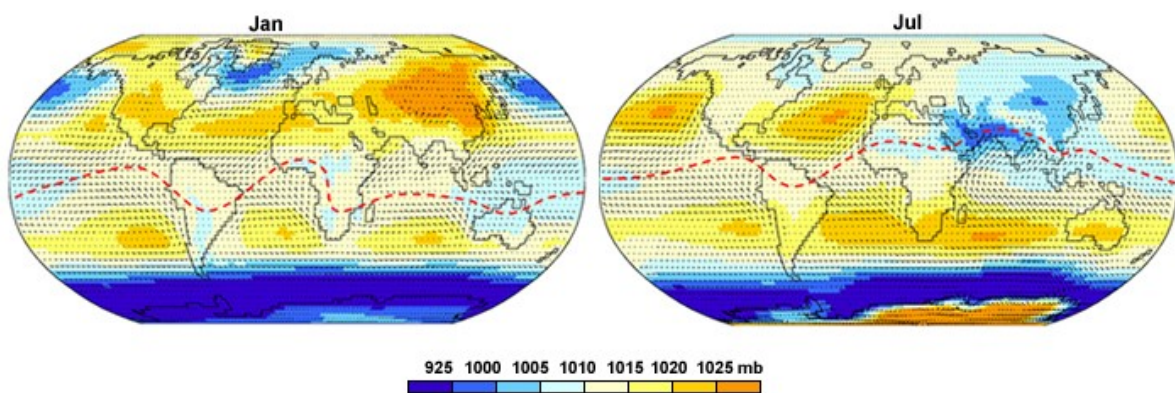
Zdroj: In-počasí, 2013

Vysoudil (2013) popisuje Hadleyovu buňku jako systém cirkulace mezi oblastí nízkého tlaku vzduchu v okolí rovníku a oblastí vysokého tlaku vzduchu na úrovni přibližně 25–30° severní a jižní zeměpisné šířky. Jak již bylo zmíněno, ve velmi teplých oblastech dochází k rozpínání vzduchu, snižování jeho hustoty a následnému stoupání směrem nahoru, neboli konvekci. V důsledku tohoto procesu se vytváří oblast výrazně nízkého tlaku vzduchu. Ve vyšších vrstvách atmosféry se proudy vystoupaného vzduchu stáčí směrem k pólům a proudí středními a horními vrstvami troposféry až do oblasti 30° zeměpisné šířky, kde je výstup ochlazený a poměrně suchý vzduch stlačován zpět k zemskému povrchu. Značný přísun vzduchu v této oblasti vytváří oblast vysokého tlaku vzduchu. Tyto pohyby vzduchu ve vyšších vrstvách troposféry se nazývají antipasáty. Při povrchu proudí pasáty, pravidelně vanoucí větry, které směřují od již zmiňované oblasti vysokého tlaku vzduchu směrem k rovníku. Zde je znatelný vliv Coriolisovy síly. Pasáty na severní polokouli vanou ze severovýchodu a na jižní polokouli z jihovýchodu (ČMeS 2024).

V rovníkové oblasti nelze opomenout intertropickou zónu konvergence (ITCZ), také označovanou jako zónu sbíhavosti pasátů, kterou soubor autorů meteorologického slovníku (2024) popisuje jako užší oblast uvnitř rovníkové oblasti nízkého tlaku vzduchu, která od sebe odděluje pasáty severní a jižní polokoule. V místech, kde se tyto vzduchové masy z jihu a severu setkávají, dochází k výstupným pohybům vzduchu, který je díky vysokému výparu v této oblasti velmi vlhký. Se stoupající nadmořskou výškou vodní pára ve vzduchu

kondenzuje, vytváří se kupovitá oblačnost a dochází většinou k intenzivnímu, ale mnohdy jen krátkodobému vypadávání srážek, často doprovázenému bouřemi (NASA 2000). Pro ITCZ je charakteristická změna výskytu během roku, ta souvisí s měnícím se množstvím dopadajícího slunečního záření během oběhu Země kolem Slunce a na to navazujícím sezónním prohříváním a ochlazováním pevnin. Protože se zóna sbíhavosti pasátů posouvá k oblasti největší insolace, posouvá v letních měsících více na severní polokouli a v zimních měsících naopak na jižní (obrázek 4 – červená přerušovaná čára).

Obrázek 3: Měsíční průměry: tlak vzduchu vztažený na hladinu moře a přízemní větry v lednu a červenci



Zdroj: Department of Geography, University of Oregon, 2000.

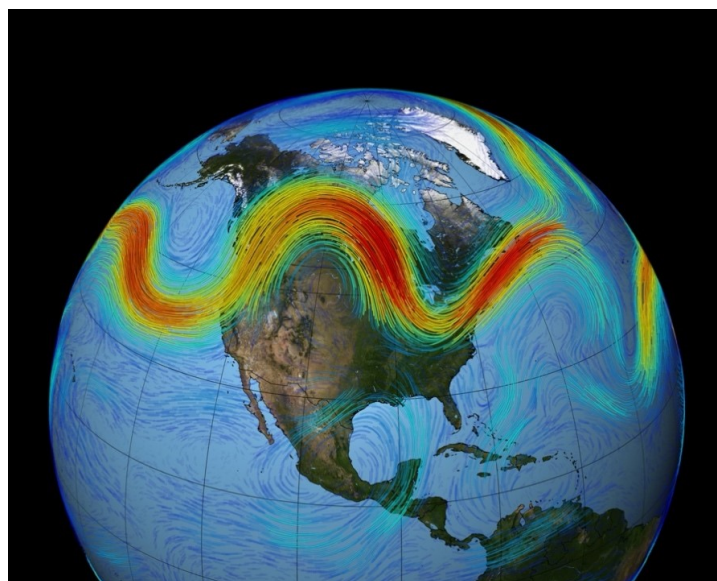
S sebou přináší i srážky, což lze pozorovat na střídání období sucha a dešťů. V oblasti tropů přichází období dešťů kolem slunovratu na dané polokouli, tedy jednou za rok, kdežto přes rovník „přechází“ Slunce dvakrát ročně. Výraznější deště zde můžeme pozorovat vždy po rovníčnosti a dostaly pojmenování zenitální, zatímco v období obou slunovratů, jsou v této oblasti srážkové úhrny nižší. (NOAA 2023, ČMeS 2024).

Hadleyova a polární buňka je v klasickém třibunčném modelu i v dalších modelech popsána podobně. Rozdílně popsané jsou ale mechanismy pohybů vzduchu v mírných a polárních šířkách. Podle klasického modelu Lutgens a Tarbuck (1979) uvádí, že Ferrelova buňka je protikladem buňce Hadleyově a že vzduch při zemském povrchu proudí směrem k pólům. Není zde opomenuta ani Coriolisova síla, která v mírných šířkách stáčí větrné proudy směrem k východu a vzniká v těchto oblastech pro Evropu významné západní proudění. Zmiňované jsou i atmosférické fronty, které toto pravidelné proudění narušují.

Třetí buňkou v klasickém modelu je buňka polární. K této buňce není k dispozici tolik informací, jako k ostatním buňkám, a v literatuře se většinou setkáme s poměrně jednoduchým popisem. Polární buňka se nachází v oblasti obou zemských pólů, kde vzduch proudící z mírných šířek klesá z vyšších vrstev troposféry k zemskému povrchu a podobně jako v oblasti 30° zeměpisné šířky vytváří oblast vysokého tlaku vzduchu. Při povrchu vzduch vane směrem k rovníku, a i zde dochází ke stáčení ve stejném směru jako u pasátů (NOAA 2023).

V mírných zeměpisných šířkách je systém proudění ve skutečnosti trochu složitější. Nenajdeme zde takovou stabilitu počasí, jako například v rovníkové oblasti, nýbrž se počasí velmi často mění. Díky rozdílu tlaků vzduchu ve vyšších vrstvách troposféry mezi teplejší oblastí mírných zeměpisných šířek a chladnějšími polárními oblastmi má vzduch tendenci proudit ve výšce z mírných šířek směrem k pólům. Tyto proudy jsou ovšem výrazně ovlivněny Coriolisovou silou, která proudění stáčí směrem na východ a ve výšce 1–2 kilometry pod tropopauzou tak vzniká tryskové proudění, také nazýváno jet stream (Semán 2023, ČMeS 2024). Met Office (2024) uvádí, že změny tlaku vzduchu, případně směru větru v oblasti tryskového proudění se projevují i ve výškách blíže k povrchu Země. Vznikají tak proměnlivé oblasti nízkého a vysokého tlaku vzduchu, neboli cyklony a anticyklony, jejichž přesun přes území mírných šířek způsobuje časté změny počasí typické pro Evropu či Severní Ameriku. Jak je vidět na obrázku 4, jet stream neproudí pouze západním směrem, ale různě se vlní či vytváří meandry, což může počasí při povrchu ještě více ovlivňovat.

Obrázek 4: Polární jet stream



Zdroj: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization, 2011.

4 Výuka tématu všeobecné cirkulace atmosféry v literatuře

Ačkoliv samotnému tématu všeobecné cirkulace atmosféry se věnuje mnoho autorů, odborných podkladů či výzkumů, týkajících se její výuky, je o poznání méně.

Podle Harringtona a Olivera (2000) se nejvíce vyučujících zeměpisu přiklání ke klasickému tříbuněčnému modelu, který vychází z prvních modelů globální cirkulace od Mauryho z roku 1855, Thompsona z roku 1857 a Ferella z roku 1889 (obr. 5). Toto pojetí ovšem může být problematické, protože nezohledňuje sezónní výkyvy v mimotropických oblastech, je tedy vhodné pro vysvětlení cirkulace vzdušných hmot v okolí rovníku, ale pro oblast mírných šířek je nedostačující, což může zkomplikovat výuku tohoto tématu v rámci zeměpisu (Harrington a Oliver 2000).

Obrázek 5: Tři modely zonální cirkulace atmosféry.



Zdroj: Harrington a Oliver 2000

Harris (2012) se ve své disertační práci věnoval výzkumu, jak vizualizace pomocí počítačové animace změní porozumění žáků tématu Hadleyho buňky v rámci výuky atmosférické cirkulace. Žáci, kterým byly rovnou předloženy animované modely měli problém s pochopením zásadní symboliky, jako je například význam barevných šipek a jejich směrů (tedy že modrá označuje studený vzduch a červená teplý) nebo s označením tlakových níží a výší. Skupina žáků, která měla možnost si před shlédnutím animací prostudovat učebnice a další výukové materiály, výrazně lépe porozuměla mechanismu Hadleyho buňky, což bylo mimo jiné zjištěno metodou pretestu a posttestu. Animovaná schémata tedy mohou žákům pomoci k lepšímu porozumění cirkulace vzduchu v Hadleyho buňce, ale je nutné, aby měli určitý teoretický základ.

5 Geografické vzdělávání z pohledu kurikulárních dokumentů

5.1. Strategie 2030+

Hlavním podkladem pro koncepci výuky v Česku je v současné době Rámcový vzdělávací program, který v roce 2007 nahradil jednotné osnovy. Vývoj českého školství by měl i nadále pokračovat, o což se má postarat program Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+ (dále jen Strategie 2030+). Podle Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy České republiky (dále jen MŠMT) má reagovat hlavně na dynamicky se rozvíjející svět a podporovat rozvoj schopností jedince, které pomohou k maximálnímu využití jeho potenciálu, jak ve vlastní prospěch, tak i ve prospěch celé společnosti (Fryč a kol. 2020). Strategie 2030+ si klade dva hlavní cíle:

- *„Strategický cíl 1: Zaměřit vzdělávání více na získávání kompetencí potřebných pro aktivní občanský, profesní a osobní život“* (Fryč a kol. 2020, s. 16),
- *„Strategický cíl 2: Snižit nerovnosti v přístupu ke kvalitnímu vzdělávání a umožnit maximální rozvoj potenciálu dětí, žáků a studentů“* (Fryč a kol. 2020, s. 19).

Kromě strategických cílů představilo MŠMT (2020) v rámci programu také pět strategických linií:

- *„Strategická linie 1: Proměna obsahu, způsobů a hodnocení vzdělávání“* (Fryč a kol. 2020, s. 25),
- *„Strategická linie 2: Rovný přístup ke kvalitnímu vzdělávání“* (Fryč a kol. 2020, s. 43),
- *„Strategická linie 3: Podpora pedagogických pracovníků“* (Fryč a kol. 2020, s. 51),
- *„Strategická linie 4: Zvýšení odborných kapacit, důvěry a vzájemné spolupráce“* (Fryč a kol. 2020, s. 57),
- *„Strategická linie 5: Zvýšení financování a zajištění jeho stability“* (Fryč a kol. 2020, s. 65).

Protože jsou změny dané Strategií 2030+ rozloženy do deseti let, v současnosti je v procesu teprve první etapa, neboli první implementační období, kdy probíhá například revize RVP základního vzdělání nebo podpora předškolního vzdělání.

5.2. Rámcový vzdělávací program

„*Rámcové vzdělávací programy vymezují závazné rámce vzdělávání pro jeho jednotlivé etapy (předškolní, základní a střední vzdělávání)*“ (Balada a kol. 2021, s. 5). V RVP tedy najdeme spíše širší okruhy vzdělání a očekávané dovednosti, které by měl žák během vzdělání získat. Z tohoto státního modelu pro vzdělávání vychází Školní vzdělávací programy (dále jen ŠVP), které si již vytváří jednotlivé školy samy a od RVP se liší například tím, že jsou vzdělávací výstupy konkrétnějšího charakteru. Dalším rozdílem je nutnost uvedení časových dotací nejen pro celé studium (u RVP pro gymnázia jsou to 4 roky), ale i pro jednotlivé ročníky (Doležalová a kol. 2007).

RVP pro střední vzdělávání se dále dělí na RVP pro střední odborné vzdělání a RVP pro gymnázia (dále jen RVP G), které se ještě dále dělí na program pro obecná gymnázia, gymnázia se sportovní přípravou, dvojjazyčná gymnázia a gymnázia v angličtině. Ačkoliv se ve státních dokumentech plány pro předmět geografie na výše uvedených druzích gymnáziích nijak neliší, tato práce se bude zabývat pouze těmi školami bez zaměření.

V RVP G je geografie zařazena do jedné z osmi vzdělávacích oblastí, konkrétně do kategorie Člověk a příroda, společně s fyzikou, chemií, biologií a geologií. Zeměpisná část kurikula je dále rozdělena na pět oddílů zájmu: přírodní prostředí, sociální prostředí, životní prostředí, regiony a geografické informace a terénní vyučování (Balada a kol. 2021) Pro každý blok jsou uvedeny očekávané výstupy, tedy co by měl žák po absolvování gymnázia zvládat, a některá vybraná témata, která by se měla ve výuce objevit. Téma všeobecné cirkulace atmosféry, kterým se tato práce zabývá, je zaraženo do kategorie přírodní prostředí, a to dokonce jako samostatný, a tedy důležitý výstup vzdělání (tabulka 1).

Tabulka 1: RVP G – očekávané výstupy v rámci vzdělávací oblasti zeměpis/geografie

Očekávané výstupy

Žák:

- porovná postavení Země ve vesmíru a podstatné vlastnosti Země s ostatními tělesy sluneční soustavy
- objasní mechanismy globální cirkulace atmosféry a její důsledky pro vytváření klimatických pásů
- objasní velký a malý oběh vody a rozliší jednotlivé složky hydrosféry a jejich funkci v krajině
- hodnotí vodstvo a půdní obal Země jako základ života a zdroje rozvoje společnosti
- rozliší hlavní biomy světa
- rozliší složky a prvky fyzickogeografické sféry a rozpozná vztahy mezi nimi

Zdroj: Balada a kol. 2021, vlastní zpracování.

6 Dostupné materiály pro výuku

Pro výzkum rozsahu a obsahu dostupných materiálů pro výuku daného tématu na středních školách byla použita obsahová analýza textů. Jako základní postup této metody Gavora (2000) definuje:

1. vymezení základního souboru textů,
2. vymezení významové jednotky,
3. stanovení analytických kategorií,
4. kvantifikace významových jednotek,
5. interpretace zjištěných frekvencí.

Na základě tohoto doporučení byly vybrány čtyři učebnice, které tvoří základní soubor textů. Učebnice splňují následující podmínky:

- obsahují fyzickogeografická témata, konkrétně téma atmosféry, meteorologie či klimatologie,
- jsou určeny pro středoškolské vzdělávání,
- jedná se o nejaktuálnější vydání daných učebnic.

Seznam hodnocených učebnic:

- BIČÍK, I., JANSKÝ, B. a kol. (2023): Příroda a lidé Země, učebnice zeměpisu pro střední školy, nakladatelství České geografické společnosti, Praha.
- DEMEK, J., VOŽENÍLEK, V., VYSOUDIL, M. (2017): Geografie 1: Fyzickogeografická část, pro střední školy, SPN – pedagogické nakladatelství, Praha.
- BRZÓSKA, M. (2020): Zeměpis I. v kostce pro střední školy, Albatros media, Praha.
- KARAS, P., HANÁK, L. (2022): Příprava na státní maturitu – Zeměpis, Nakladatelství Fragment, Praha.

Dále byly stejnou metodou hodnoceny i vybrané školní atlasy. Podmínky pro výběr jsou téměř totožné s učebnicemi, tedy jsou určeny pro středoškolské vzdělávání a jedná se o nejaktuálnější vydání. Celkem byly vybrány tři atlasy:

- KLÍMOVÁ, E. a kol. (2022): Školní atlas světa, Kartografie Praha, Praha.
- HANUS, M., ŠÍDLO, L. a kol. (2019): Školní atlas dnešního světa, nakladatelství TERRA, Praha.
- TESARŽÍKOVÁ, P. a kol. (2022): Školní atlas světa, SHOCart, Zlín.

6.1. Pojmy v učebnicích

U učebnic bylo zkoumáno zastoupení pojmů týkající se všeobecné cirkulace atmosféry. Tyto pojmy byly vybrány na základě rešerše odborné literatury, která je obsažena v kapitole 2. Celkem bylo vybráno 14 pojmů, které jsou pro dané téma relevantní. U každé učebnice bylo zkoumáno, zda se v textu daný pojem objevuje či ne a kolikrát je v textu obsažený. Některé pojmy mohou být v různé literatuře popsány odlišnými způsoby. Proto je v hodnotící tabulce obsažen sloupec „alternativa“, kde jsou uvedena další možná pojmenování daného pojmu. Pojmy v tabulce byly seřazeny podle abecedy.

Z tabulky č. 3 vyplývá, že existují určité pojmy, které se vyskytují ve všech hodnocených učebnicích. Jde o Coriolisovu sílu, oblasti trvale nízkého a vysokého tlaku vzduchu, vliv slunečního záření a nepřekvapivě samotný pojem všeobecná cirkulace atmosféry. Zatímco vliv insolace a všeobecná cirkulace atmosféry je u každé učebnice v její zkoumané části obsažen pouze jednou, Coriolisově síle a trvalým tlakovým útvarům je věnováno více pozornosti. To může souviset s faktem, že ve všech učebnicích jsou určitým způsobem popsány všechny tři buňky cirkulace, tedy Hadleyova, Ferellova i polární, kde jsou rozdílné tlakové poměry i směry proudění vzduchu, jak je mimo jiné popsáno v kapitole 2. Zajímavostí ovšem je, že konkrétně pojmenovány jsou buňky pouze v učebnici Geografie pro střední školy 1, a to jen v doplňkovém sloupečku mimo hlavní text. Otázkou tedy je, do jaké míry je nutná znalost jednotlivých názvů žáky.

Tabulka 1: Výsledky výzkumu výskytu pojmů v učebnicích zeměpisu pro gymnázia

pojem	alternativa	Příroda a lidé Země	Příprava na státní maturitu	Zeměpis I. v kostce	Geografie pro střední školy 1	četnost výskytu
antipasáty		NE	NE	ANO	NE	2
Coriolisova síla	stáčení pohybu proudění	ANO	ANO	ANO	ANO	9
Ferrellova buňka		NE	NE	NE	ANO	1
fyzikální vlastnosti vzduchu	ohřátý vzduch stoupá nahoru, studený klesá dolů, kondenzace při ochlazení	NE	NE	ANO	NE	1
Hadleyova buňka		NE	NE	NE	ANO	2
jet stream	tryskové proudění/výrazné západní větry (téměř rovnoběžkového směru)	NE	NE	ANO	NE	1
oblast trvale nízkého/vysokého tlaku vzduchu	centra vysokého/nízkého tlaku vzduchu	ANO	ANO	ANO	ANO	9
pasáty		ANO	ANO	ANO	NE	4
polární buňka		NE	NE	NE	ANO	1
rozložení srážek	deště v oblasti rovníku/pouště na obratnících	ANO	NE	ANO	NE	2
tropická zóna konvergence	zóna sbíhavosti pasátů	ANO	NE	NE	NE	1
vliv slunečního záření	insolace, příjem slunečního záření, radiační bilance, rozložení tepla	ANO	ANO	ANO	ANO	4
všeobecná cirkulace atmosféry	pravidelný systém proudění vzduchu (cirkulace), všeobecný oběh atmosféry, globální cirkulace atmosféry	ANO	ANO	ANO	ANO	4
západní proudění	západní větry	ANO	NE	ANO	NE	2

Zdroj: vlastní zpracování

Do další kategorie můžeme zařadit pojmy, které se vyskytují pouze v jedné učebnici. Sem patří, mimo výše zmíněných pojmenování jednotlivých cirkulačních buněk, antipasáty, fyzikální vlastnosti vzduchu, tropická zóna konvergence a jet stream. Fyzikální vlastnosti vzduchu mohou v hodnotící tabulce působit poněkud zvláště, ale fakta, že ohřátý vzduch stoupá směrem nahoru, studený naopak klesá nebo že nasycený vzduch při ochlazování kondenzuje a následně dochází k vypadávání srážek jsou dle mého názoru důležitá k snazšímu pochopení a následnému zapamatování fungování všeobecné cirkulace atmosféry, proto byly ve výzkumu také zahrnuty a sjednoceny do jedné kategorie. Těmto procesům se bohužel věnuje pouze jedna učebnice, Zeměpis I. v kostce. Dalším ojedinělým pojmem je tropická zóna konvergence, kterou najdeme popsanou pouze v učebnici Příroda a lidé Země. Tento pojem může být možná vnímán jako určitá nadstavba nad gymnaziální znalosti, ale dá se pomocí něj dobře popsat rozdíl mezi obdobím léta a zimy v oblasti středomoří, což může být pro žáky zajímavé a přínosné. Stejně tak může být vnímán i pojem jet stream, který najdeme pouze v učebnici Zeměpis I. v kostce a není zde konkrétně pojmenován, ale popsán jako „výrazné západní proudění téměř rovnoběžkového směru“.

Celkově je nejvíce různých pojmů, celkem deset z celkových 14, obsaženo v učebnici nakladatelství Fragment, Zeměpis v kostce I. Dle mého názoru zde najdeme nejlepší vysvětlení fungování všeobecné cirkulace atmosféry ze všech zkoumaných učebnic, ačkoliv by stále mohlo být podrobnější. Co v této učebnici zcela chybí jsou doplňkové otázky či úkoly pro žáky a barevný model globální cirkulace, čemuž se bude podrobněji věnovat další část výzkumu. Jako protiklad, tedy učebnice s nejmenším počtem vyskytujících se pojmů, vyšla ve výzkumu učebnice Příprava na státní maturitu. Ze zkoumaných 14 pojmů jich zde najdeme pouze pět. Jedná se zároveň o nejstručnější vysvětlení problematiky, a i zde chybí doplňující úlohy.

Zbylé dvě učebnice jsou na tom s počtem pojmů velmi podobně, v učebnici Příroda a lidé Země se jich vyskytuje osm a v učebnici Geografie pro střední školy 1 jich najdeme sedm. V obou případech je text doplněn o doprovodné úlohy pro žáky ve formě otázek. V učebnici Příroda a lidé Země najdeme, dle mého názoru, navzdory nižšímu výskytu zkoumaných pojmů nejlepší vysvětlení souvislostí s počasím v různých oblastech světa.

6.2. Grafické prvky v učebnicích

Z kapitoly 4 vyplývá, že grafické prvky jsou pro lepší pochopení vyučované látky, týkající se všeobecné cirkulace atmosféry, důležité. Představení si všech hlavních vzdušných proudů, které všeobecná cirkulace popisuje, může být velmi složité a kvalitní schéma může pomoci nejen žákům k efektivnějšímu zpracování informací, ale i učitelům ke kvalitnějšímu výkladu. Zásadním rozdílem také může být barevnost schématu, podle psychologie barev si lidé obecně asociují červené odstíny barev s pocitem tepla a modré naopak s pocitem chladu (Dannhoferová 2012). Pokud je tedy ilustrace všeobecné cirkulace atmosféry v barevném provedení, může být pro žáky snazší látku pochopit.

Tabulka 2: Výsledky výzkumu výskytu grafických prvků v učebnicích zeměpisu pro gymnázia

grafické prvky	Příroda a lidé Země	Příprava na státní maturitu	Zeměpis I. v kostce	Geografie pro střední školy 1	četnost výskytu
model nebo schéma všeobecné cirkulace atmosféry	ANO	ANO	ANO	ANO	4
barevné obrázky	ANO	NE	NE	ANO	2
ilustrace pasátů	ANO	ANO	ANO	ANO	5
ilustrace západních větrů	ANO	ANO	ANO	ANO	4

Zdroj: vlastní zpracování

Z výzkumu vyplývá, že základní schéma nebo model všeobecné cirkulace lze nalézt ve všech zkoumaných učebnicích, a to v poměru jednoho schématu na jednu knihu. Opomenuty nezůstanou ani pasáty a západní větry, které jsou vyobrazeny také ve všech podkladech. Ve všech případech jsou zahrnuty ve stejné ilustraci jako obecná cirkulace. Pouze v učebnici Příroda a lidé Země najdeme pasáty zaznačeny navíc ještě v mapě klimatických oblastí světa.

Barevné obrázky obsahují pouze dvě učebnice – Příroda a lidé Země (příloha 1) a Geografie pro střední školy 1 (příloha 4). Tato dvě zobrazení se od sebe poměrně značně liší a každé z nich má svoje silné i slabé stránky. V první zmiňované učebnici najdeme sice barevnou ilustraci, nejedná se ale o rozlišení teplých a studených vzdušných proudů pomocí barev, ale pouze pomocí popisků. Jako pozitivum tohoto schématu bych uvedla zaznačení oblaků, které vznikají v rovníkové oblasti a rozložení srážek podle zeměpisné šířky. Druhý obrázek z učebnice Geografie pro střední školy 1 na první pohled vypadá zajímavěji, je totiž trojrozměrný a studené a teplé proudy vzduchu jsou barevně odlišeny pomocí modré a červené. Při bližším pohledu je ovšem snaha o realistické zobrazení zeměkoule trochu na škodu, protože u Hadleyovy cirkulační buňky lze hůře rozlišit, zda cirkulace probíhá ve vertikálním nebo horizontálním směru. Lichotivý je model naopak pro zobrazení působení Coriolisovy síly na vzdušné proudy.

Zbylé dvě učebnice Zeměpis I. v kostce (příloha 2) a Příprava na státní maturitu (příloha 3) barevnými schémata nedisponují, a i zde najdeme značné rozdíly. Jako nejméně srozumitelný model ze všech zkoumaných bych označila ten vyskytující se v učebnici Zeměpis I. v kostce, který je bez rozsáhlé legendy takřka nečitelný. O poznání lepší ilustraci najdeme v druhé černobílé učebnici, zde je dobře vyobrazeno působení Coriolisovy síly, Hadleyova buňka a rozložení tlaku podle zeměpisné šířky, ale ostatní buňky jsou značně upozaděny a nelze je ze schématu rozlišit.

Z výzkumu nevyplývá jednoznačně nejlepší schéma, dle mého názoru by ideální model globální cirkulace atmosféry vznikl kombinací různých prvků ze všech zmíněných grafík. Také si myslím, že není nutné celou cirkulaci zahrnout pouze do jednoho obrázku, ale rozdělit jednotlivé aspekty do více částí.

6.3. Atlasy

Jak bude popsáno v následující kapitole, značná část učitelů čerpá podklady pro výuku o tématu všeobecné cirkulace atmosféry také ze školních atlasů, proto byly analýze podrobeny i ty. I v tomto případě bylo zjišťováno zastoupení grafických prvků, tedy zda vybrané atlasy obsahují model nebo schéma všeobecné cirkulace vzduchu. Zda atlas obsahuje mapy, zobrazující rozložení teplot a tlaku vzduchu na Zemi, jedny ze základních faktorů cirkulace. Zkoumáno bylo i to, zda jsou ilustrace doplněny o doprovodný, téma vysvětlující text. Celkem byly vybrány a analyzovány tři atlasy.

Tabulka 3: Výsledky výzkumu výskytu vybraných prvků ve školních atlasech
(podle vydavatelství)

pojmy/grafické prvky	Kartografie	TERRA	SHOcart
doprovodný text	NE	ANO	NE
ilustrace pasátů	ANO	ANO	NE
mapa rozložení teplot na Zemi	ANO	ANO	ANO
mapa rozložení tlaku vzduchu na Zemi	ANO	NE	ANO
model/schéma globální cirkulace atmosféry	NE	ANO	NE

Zdroj: vlastní zpracování

Všechna stanovená kritéria nespĺňuje ani jeden ze zkoumaných atlasů, nejvíce prvků se ovšem vyskytuje ve Školním atlasu dnešního světa nakladatelství TERRA, kde chybí pouze mapa rozložení tlaku vzduchu na Zemi. Nejméně prvků najdeme naopak ve Školním atlasu světa od nakladatelství SHOcart, zde chybí schéma všeobecné cirkulace atmosféry a zobrazení pasátů, tím pádem k tomuto tématu není obsažen ani žádný doprovodný text. Model všeobecného oběhu atmosféry a související text nenajdeme ani v posledním zkoumaném atlasu od nakladatelství Kartografie.

Celkově je, dle mého názoru, pro využití ve výuce tématu globální cirkulace atmosféry nejvhodnější Školní atlas dnešního světa od nakladatelství TERRA, kde najdeme nejen velmi kvalitně zpracovaný model všeobecné cirkulace atmosféry, ale i doprovodný text obsahující důležitá fakta týkající se tématu. Chybí zde sice zobrazení rozložení tlaku vzduchu, ale navíc obsažena je kromě rozložení teploty na Zemi během roku i mapa insolace v lednu a červenci, která může napomoci například při výkladu o intertropické zóně konvergence. Rozložení tlaku vzduchu a teplot na Zemi, které může posloužit k podobným vzdělávacím účelům jako zobrazení insolace, je obsaženo v atlasu od nakladatelství SHOcart. Vyloženě špatné nejsou samozřejmě ani zbývající dva atlasy, jen při práci s nimi ve výuce bude pravděpodobně třeba využít další doprovodné materiály, například obrázky.

7 Výzkum výuky tématu všeobecné cirkulace atmosféry

Dotazníkové šetření probíhalo od 6. 3. do 22. 3. 2024. Jako modelová skupina učitelů byli vybráni pedagogové, kteří učí zeměpis na gymnáziích, která jsou zároveň fakultní školou Přírodovědecké fakulty Univerzity Karlovy. Škol, které splňují tyto podmínky je celkem 63. Distribuce dotazníku proběhla v online prostředí pomocí emailu. Kontakty přímo na učitele byly získány z oficiálních stránek školy. Některé školy na stránkách neuváděly aprobaci učitelů, v tomto případě byl dotazník zaslán ředitelům s prosbou o následnou distribuci zeměpisářům. Celkový počet respondentů byl 63.

Dotazník byl rozdělen do několika částí podle tématu otázek. První část byla pro všechny dotazované společná, zde byla zkoumána délka učitelské praxe a hlavní otázkou bylo, zda se vůbec tématu všeobecné cirkulace atmosféry ve výuce věnují. Po této sekci se dotazník podle odpovědi dělil na dvě různé části. V případě, že respondent téma ve výuce nezařazuje, nebyly by jeho odpovědi pro výzkum relevantní. Proto byl odkázán pouze na krátkou sekci, kde bylo zjišťováno, proč téma do výuky nezařadil či nezařazuje a do jaké míry by mu existence výukového materiálu pomohla k tomu, aby všeobecnou cirkulaci atmosféry do výuky zahrnul. Pro tyto respondenty zde výzkumná část skončila. Pokud dotazovaný téma všeobecné cirkulace atmosféry do výuky zařazuje, výzkum dále pokračoval dalšími třemi sekcemi.

Ve druhé sekci se otázky zaměřovaly na organizaci výuky, tedy v jakých ročnících a předmětech učitelé téma zařazují, kolik času mu věnují, či zda využívají při výuce grafické podklady. Další sekce byla věnována tomu, jakou důležitost dotazovaní přikládají výuce tématu atmosféra a všeobecná cirkulace atmosféry. V poslední, čtvrté části byl zjišťován přístup respondentů k podkladům pro výuku těchto témat, tedy odkud podklady získávají, do jaké míry jsou pro ně dostupné a do jaké míry by ocenili větší množství dostupných materiálů.

Respondenti měli u většiny otázek na výběr z možností nebo variantu „jiné“, kdy mohli dopsat vlastní odpověď. U těchto otázek také měli možnost označit více odpovědí, protože mohou při výuce používat například atlas i učebnici, a ne pouze jednu pomůcku. U některých otázek tedy může být více odpovědí, než je celkem respondentů. U otázek týkajících se určité míry důležitosti si dotazovaní volili na škále od jedné do čtyř variantu, ke které se nejvíce kloní. Pro tuto škálu bylo zvoleno sudé číslo čtyři, u kterého se musí respondent rozhodnout, ke které variantě (málo důležité či velmi důležité) se přiklání a nemůže si vybrat prostřední neutrální hodnotu.

7.1. První část

Jak již bylo zmiňováno, první sekce byla pro všechny respondenty stejná.

Otázka č. 1: Jak dlouho učíte zeměpis?

Tabulka 4: Věková struktura respondentů

počet odučených let (roky)	počet učitelů	procentuální zastoupení
méně než 10	16	25,4 %
10–20	30	47,6 %
21–30	13	20,6 %
více než 30	4	6,3 %

Zdroj: dotazníkové šetření

Jak vyplývá z tabulky 4, největší počet respondentů učí v rozmezí 10 až 20 let. S počtem 30 se jedná téměř o polovinu ze všech dotazovaných. Nejméně učitelů, kteří se zúčastnili výzkumu spadá do kategorie, která má za sebou více než 30 let praxe. Jsou pouze čtyři. Poslední dvě kategorie jsou na tom s počty 15 a 13 učitelů poměrně podobně.

Otázka č. 2: Zařazujete ve výuce zeměpisu téma všeobecné cirkulace atmosféry?

U této otázky jsou téměř jednoznačné odpovědi. Všichni učitelé kromě jednoho téma všeobecné cirkulace atmosféry do výuky zařazují.

7.2. Druhá část – odpověď NE

Téma všeobecné cirkulace do výuky nezařazuje, jak již bylo zmíněno, pouze jeden respondent, který uvedl, že toto téma ještě neměl v tematickém plánu, protože učí teprve rok. U otázky „*Do jaké míry by Vám pomohla existence výukového materiálu, abyste téma všeobecné cirkulace atmosféry zařadili do výuky?*“ vybíral na zmiňované škále o čtyřech možnostech, kde 1 označuje variantu „*Vůbec by mi výukový materiál nepomohl*“ a 4 variantu „*Velmi by mi výukový materiál pomohl*“. Dotazovaný v tomto případě zvolil číslo čtyři.

Zde pro učitele, který téma všeobecné cirkulace atmosféry do výuky nezařazuje dotazník končí.

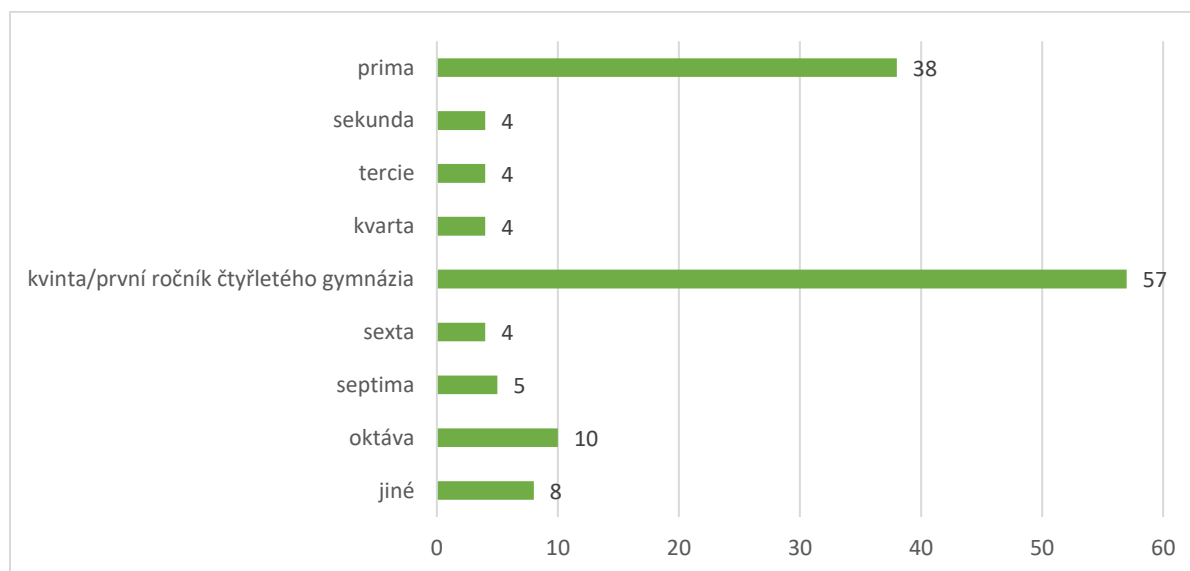
7.3. Druhá část – odpověď ANO

Respondenty, kteří na otázku, zda zkoumané téma zařazují do výuky odpověděli kladně, dotazník automaticky přesměroval na další sekci týkající se organizace výuky.

Otázka č. 3: V jakém ročníku/ročnících téma všeobecné cirkulace atmosféry zařazujete?

U této otázky z výsledků (graf 1) vyplývá jasná dominance zařazení tématu ve výuce v primě a kvintě, tedy v prvním ročníku osmiletého či nižšího gymnázia a prvním ročníku čtyřletého či vyššího ročníku gymnázia. Výsledky odpovídají většinovému postupu při výuce zeměpisu, kdy se začíná prvně s fyzickogeografickými základy, na které dále navazují regionální a socioekonomické části výuky. Jak již bylo zmíněno, respondenti mohli označit více odpovědí. Nejčastější kombinace odpovědí byla prima a kvinta. Jak je na grafu vyznačeno, v kvintě téma zařazuje o 20 respondentů více. Tento rozdíl může být kombinací dvou faktorů, prvním, že ne všichni respondenti učí i na nižších stupních gymnázia a druhým, že ačkoliv se může učitel s primány zabývat ve fyzické geografii tématem atmosféry, může téma všeobecné cirkulace atmosféry u mladších dětí z důvodu poměrné náročnosti prozatím vynechat a zařadit ho až na vyšším stupni gymnázia.

Graf 1: V jakém ročníku/ročnících téma všeobecné cirkulace atmosféry zařazujete?

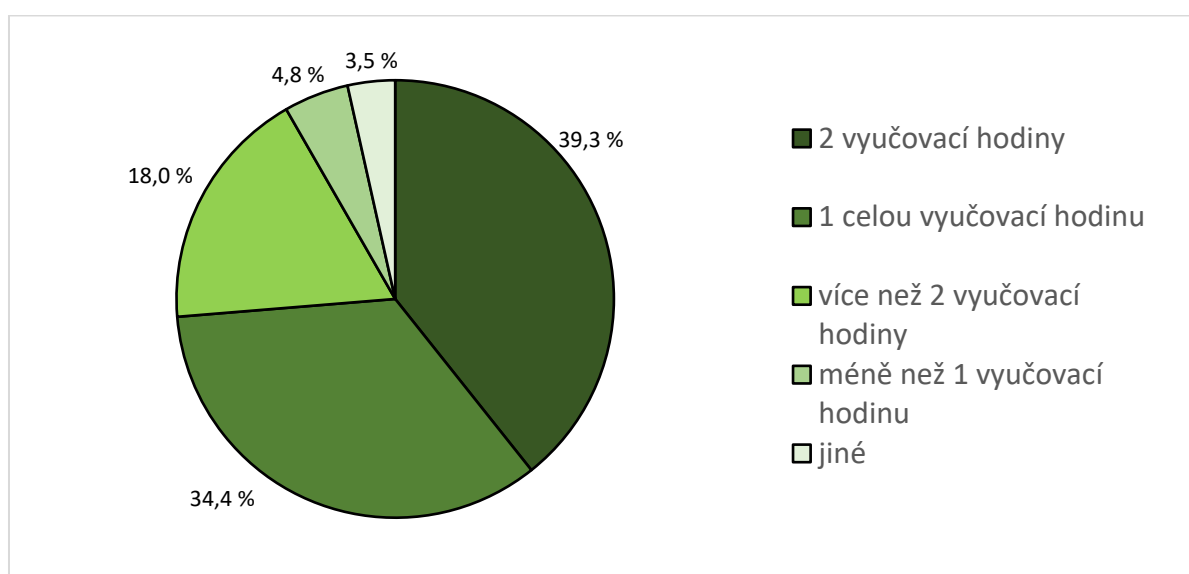


Zdroj: dotazníkové šetření

Mezi odpověďmi najdeme i deset respondentů, kteří zařazují téma v oktávě a menší počet učitelů zaškrtno další možnosti v rámci ročníků. Do kategorie „*Jiné*“ spadají odpovědi, kdy učitelé dopsali vlastní variantu. Nejčastěji šlo o zařazení tématu na semináři ze zeměpisu. Dva respondenti také odpověděli, že téma zařazují napříč všemi ročníky, například u regionů, které jsou všeobecnou cirkulací hodně ovlivněny.

Otázka č. 4: Kolik času tématu věnujete?

Graf 2: Kolik času tématu věnujete?



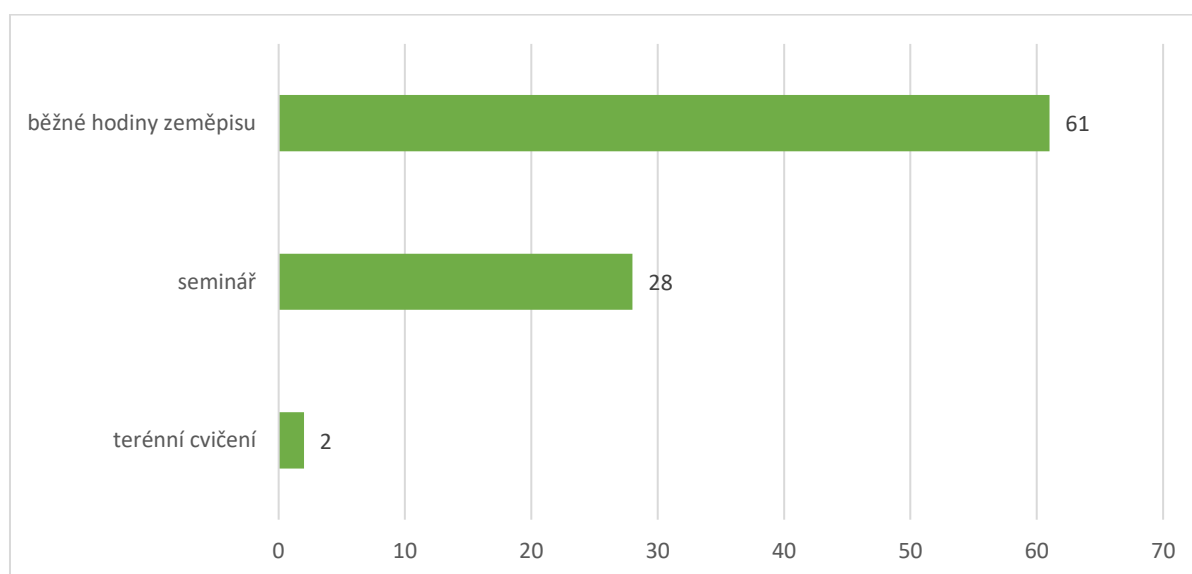
Zdroj: dotazníkové šetření

Otázka číslo čtyři se věnovala výzkumu, kolik času učitelé výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry věnují. Zde jsou výsledky (graf 2) dle mého názoru pozitivní. Skoro 40 % respondentů se tématu věnuje dvě vyučovací hodiny a 18 % si na výuku vyhrazuje dokonce ještě více času. Přes 34 % učitelů vyučuje o všeobecné cirkulaci jednu vyučovací hodinu. Pouze necelých 5 % dotazovaných se tématu věnuje méně, než jednu celou vyučovací hodinu, což jsou ale v případě výzkumu jenom tři osoby. Dva učitelé uvedli, že se tématu věnují v jedné hodině, ale pak ho dále zařazují v dalších tématech napříč ročníky.

Otázka č. 5: Ve kterých předmětech téma všeobecné cirkulace atmosféry zařazujete?

Všichni respondenti, kromě dvou, zařazují téma všeobecné cirkulace atmosféry v běžných hodinách zeměpisu (viz. graf 3). Pouze jeden dotazovaný zařazuje téma jenom na semináři ze zeměpisu a jeden je respondent zmiňovaný v kapitole 6.2., který se tématu ve své výuce ještě nevěnoval. 28 učitelů zařazuje všeobecnou cirkulaci navíc také na semináři a dva dokonce na terénním cvičení.

Graf 3: Ve kterých předmětech téma všeobecné cirkulace atmosféry zařazujete?



Zdroj: dotazníkové šetření

Otázka č. 6: Používáte při výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry grafické podklady?

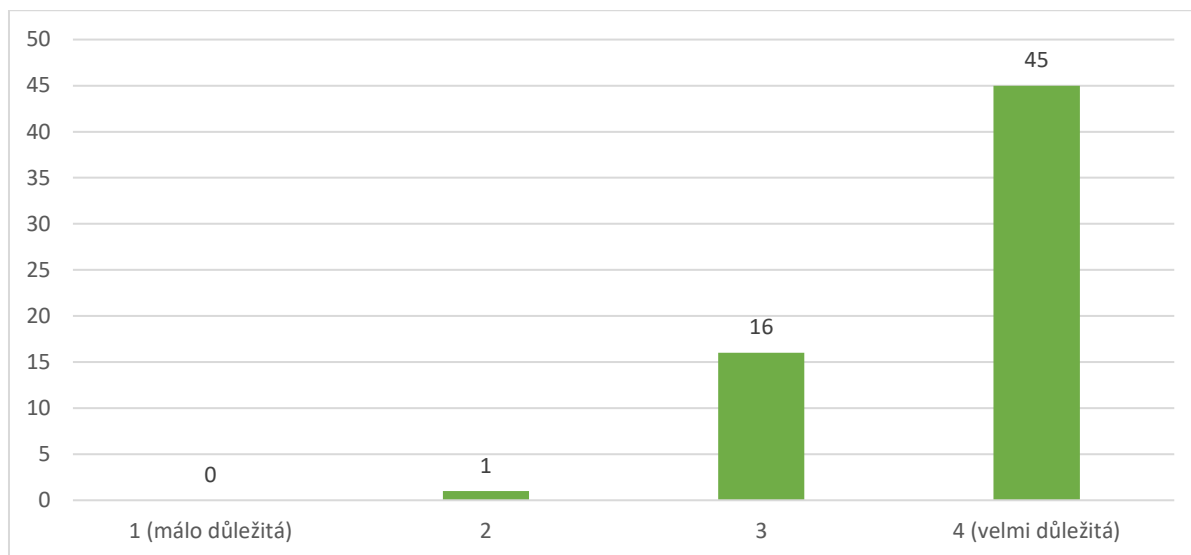
U této otázky je vyhodnocení výzkumu velmi snadné, protože všichni respondenti odpověděli, že grafické podklady využívají. Z tohoto můžeme vyvodit závěr, že doplňkové grafiky, obrázky či mapy jsou při výuce tohoto tématu velmi podstatnou složkou.

7.4. Třetí část

Ve třetí části se výzkum věnoval tomu, jakou důležitost vyučující přikládají různým tématům, tedy jak moc je podle nich důležité zařadit do své výuky téma atmosféry, či její všeobecné cirkulace. Výsledky z těchto dvou otázek budou porovnány mezi sebou.

Otázka č. 7: Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu atmosféry v rámci výuky fyzické geografie?

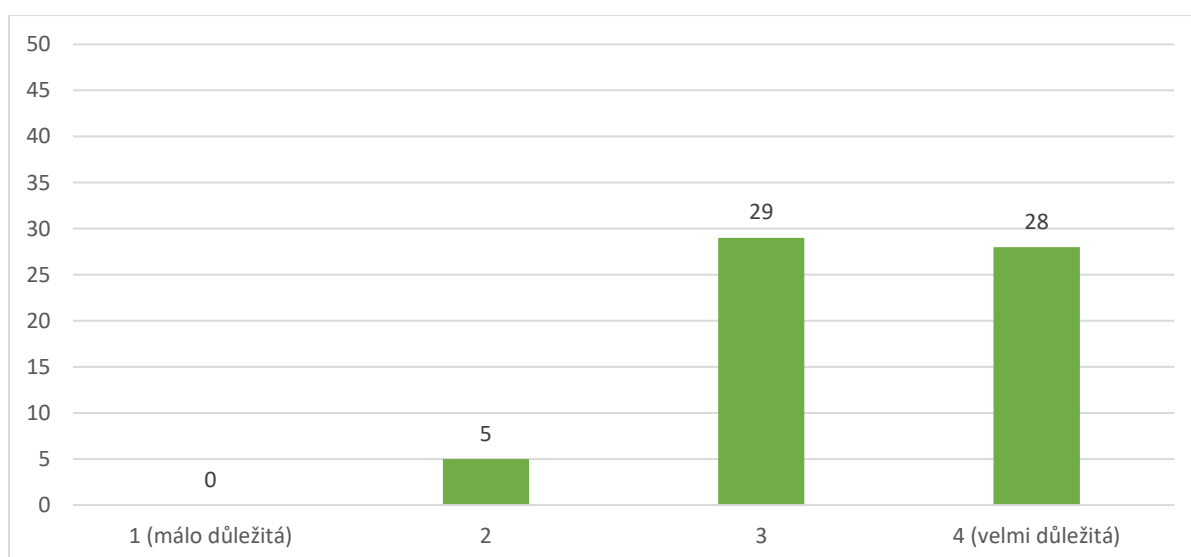
Graf 4: Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu atmosféry v rámci výuky fyzické geografie?



Zdroj: dotazníkové šetření

Otázka č. 8: Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry v rámci výuky fyzické geografie?

Graf 5: Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry v rámci výuky fyzické geografie?



Zdroj: dotazníkové šetření

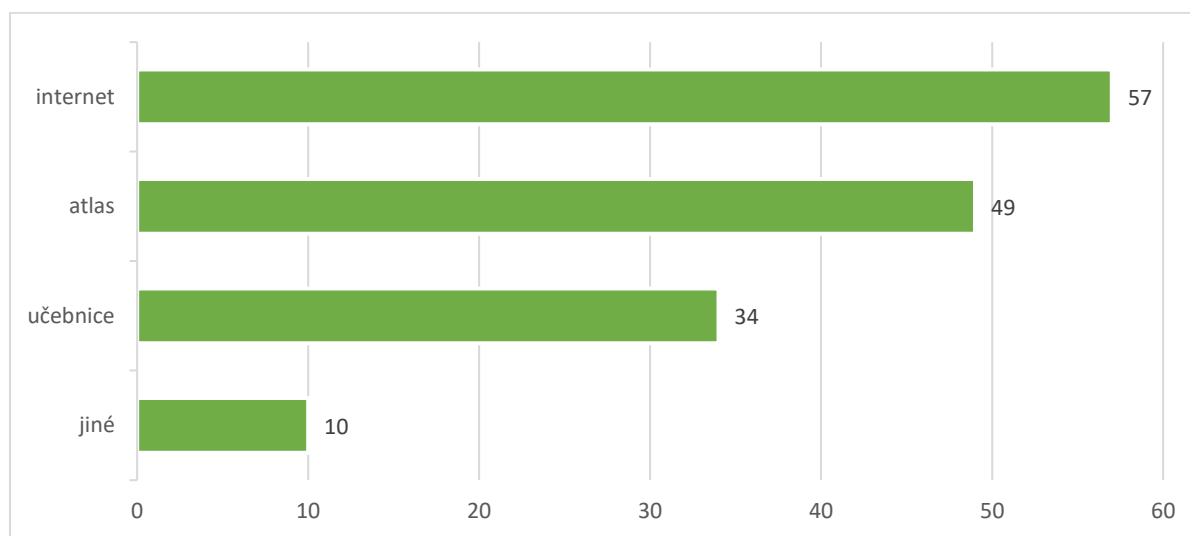
Z grafů 4 a 5 vyplývá, že názory na důležitost obou zkoumaných témat se poměrně liší. Zatímco u obecnějšího tématu atmosféry jsou názory většiny respondentů spíše podobné, tedy 45 z celkových 63, respektive 62 dotazovaných se přiklání k nejvyšší míře důležitosti, podtéma všeobecná cirkulace atmosféry je respondenty označováno jako méně důležité a odpovědi jsou na hodnotící škále více rozloženy. Rozdíl mezi hodnotou tři a čtyři je velmi malý, k hodnotě tři se přiklání pouze o jednoho respondenta víc. U druhé otázky je i vyšší počet učitelů, kteří označili nižší, méně důležitou dvojku. Celkově tedy můžeme tuto část výzkumu vyhodnotit tak, že užší téma všeobecné cirkulace je ve výuce podle učitelů stále důležité, ale celkovému tématu atmosféry věnují mnohem více pozornosti, což je zcela pochopitelné.

7.5. Čtvrtá část

Čtvrtá a poslední část byla zaměřena na dostupnost a zdroje podkladů pro výuku tématu všeobecné atmosféry cirkulace.

Otázka č. 9: Odkud získáváte podklady pro výuku tématu všeobecné cirkulace atmosféry?

Graf 6: Odkud získáváte podklady pro výuku tématu všeobecné cirkulace atmosféry?

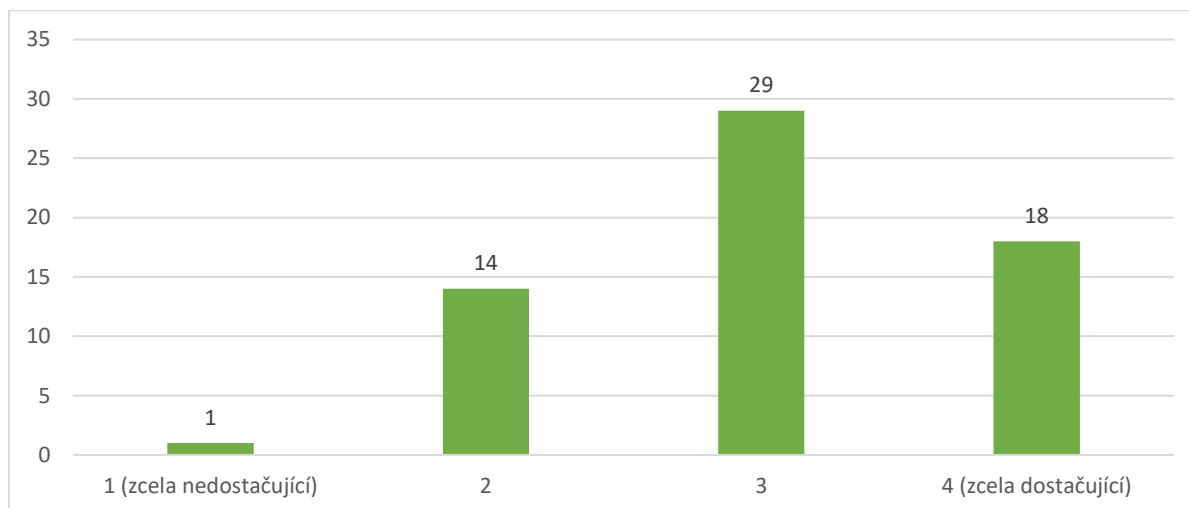


Zdroj: dotazníkové šetření

I u této otázky mohli respondenti označit více odpovědí. Z grafu 6 lze pozorovat, že výrazná většina učitelů, celkem 57, čerpá podklady z internetových zdrojů. Dalším v žebříčku jsou atlasy, které využívá 49 respondentů, což je téměř 80 % z celkového počtu. Přes polovinu učitelů využívá také učebnice. Deset respondentů uvedlo další možné zdroje, jako jsou například vlastní vytvořené materiály, Google Earth, poznámky ze studia na vysoké škole či různé geograficky zaměřené časopisy.

Otázka č. 10: Do jaké míry jsou pro Vás dostupné podklady pro téma všeobecné cirkulace atmosféry dostačující?

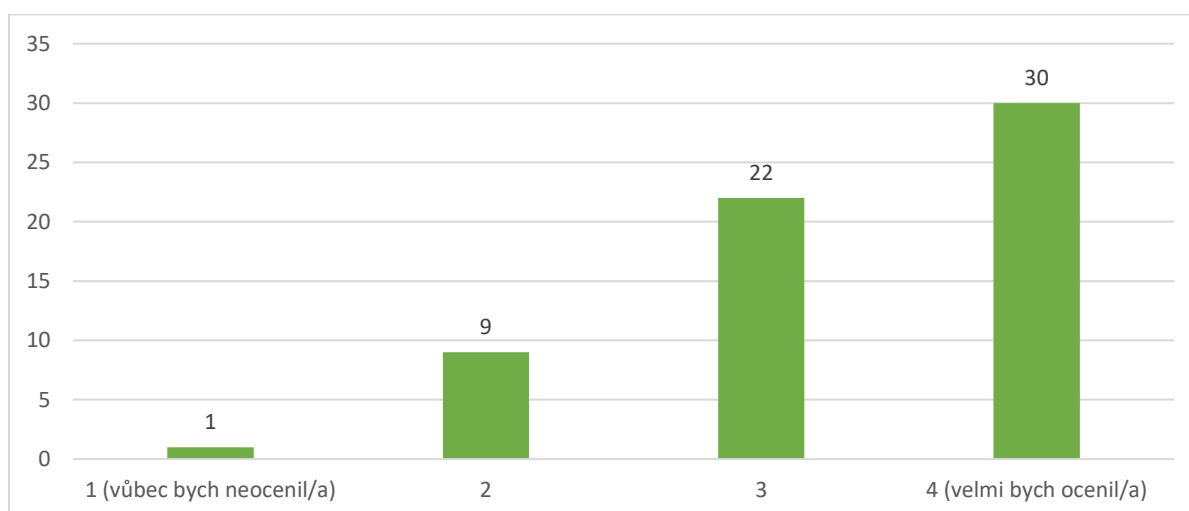
Graf 7: Do jaké míry jsou pro Vás dostupné podklady pro téma všeobecné cirkulace atmosféry dostačující?



Zdroj: dotazníkové šetření

Otázka č. 11: Do jaké míry byste ocenili, kdyby bylo k dispozici více výukových materiálů k tématu všeobecné cirkulace atmosféry?

Graf 8: Do jaké míry byste ocenili, kdyby bylo k dispozici více výukových materiálů k tématu všeobecné cirkulace atmosféry?



Zdroj: dotazníkové šetření

Poslední dvě otázky se zabývaly kvalitou a dostupností výukových materiálů k tématu všeobecné cirkulace atmosféry. Výrazná část respondentů se přiklání k tomu, že dostupné materiály jsou dostačující a můžeme je tedy označit za kvalitní. Nejvyšší známkou na škále, tedy jako zcela dostačující označilo zdroje ale pouze 18 učitelů. Nejvyšší počet (29) se přiklání k číslu tři, které symbolizuje vysokou, ale ne tu nejvyšší kvalitu podkladů. 14 dotazovaných vybrala na škále nižší hodnotu dva, kterou bychom mohli přiřadit k méně kvalitním zdrojům a jeden respondent vybral dokonce hodnotu úplně nejnižší a označil dostupné materiály jako zcela nedostačující. Z těchto dat tedy vyplývá, že u podkladů pro výuku všeobecné cirkulace atmosféry je ještě velký prostor pro zlepšení. Toto tvrzení potvrzují výsledky prezentované v grafu 8, kde téměř všichni respondenti (celkem 52 z 62) označili, že by ocenili nebo velmi ocenili větší množství dostupných materiálů k tématu. 9 učitelů by další materiály ocenilo málo a jeden dokonce vůbec.

Z kompletního shrnutí celého dotazníkového šetření vyplývá, že tématu všeobecné cirkulace atmosféry, se věnují všichni dotazovaní učitelé, kteří učí více než rok a již probírali téma atmosféry. Téma je zařazováno nejvíce v prvním ročníku nižšího gymnázia (prima) a prvním ročníku vyššího gymnázia (kvinta). Jako pozitivum lze označit, že nadpoloviční většina vyučujících se tématem zabývá dvě či dokonce ještě více vyučovacích hodin. Pouze malá část (4,8 %) téma všeobecné cirkulace atmosféry shrne do méně než jedné vyučovací hodiny. Respondenti považují zařazení celkového tématu atmosféry do výuky za velmi důležité a užší téma všeobecné cirkulace za důležité. Všichni učitelé, kteří se výzkumu zúčastnili používají nějakou formu podkladů pro výuku, nejvíce čerpají z internetu. Dostupné podklady jsou pro ně poměrně dostačující, ale mezi respondenty najdeme i spíše nespokojené jedince. Výrazná většina učitelů by ocenila až velmi ocenila více dostupných podkladů pro výuku tématu všeobecné cirkulace atmosféry.

8 Návrh výukového materiálu

Z předešlého výzkumu pomocí dotazníkového šetření vyplývá, že zájem učitelů zeměpisu o více výukových materiálů je výrazný. Materiál je sestaven ze dvou částí. První, teoretická část, může sloužit učitelům k zopakování daného tématu nebo ho mohou poskytnout i žákům jako souhrn probrané látky, například pro domácí opakování či jako přípravu k maturitní zkoušce. Druhá část, pracovní list, má spíše praktické zaměření a klade si za cíl přenesení tématu do praxe, zopakování a lepší zapamatování si látky. Pro správné vypracování otázek a úkolů ve druhé části je klíčová znalost teorie, představené v části první. Vyplnění pracovního listu by mělo žákům zabrat přibližně jednu standardní vyučovací hodinu, tedy 45 minut.

První, spíše informační část byla vytvořena na základě předešlé rešerše literatury, která je obsažena v této práci v kapitole 3 a obsahové analýzy učebnic a atlasů, jejíž výsledky jsou popsány v kapitole 6. Pro účely materiálu byl vytvořen zjednodušený model všeobecné cirkulace atmosféry, u kterého byly barvy zvoleny na základě přirozené asociace lidí červené barvy s teplem a modré s chladem (Dannhoferová 2012). Stejně barevné zvýraznění bylo využito i v textu, aby se tato asociace u čtenáře ještě více prohloubila. Tato část byla doplněna i o krátký souhrn, proč je důležité se tématem všeobecné cirkulace atmosféry zabývat a o důležitá fakta, jejichž znalost je klíčová pro pochopení tématu.

Pro pracovní list bylo zvoleno celkem šest otázek a křížovka. První dvě úlohy byly koncipovány tak, aby rozvíjely digitální kompetence, kdy úloha může pomoci ke splnění jednoho z cílů RVP, a to že „žák ovládá potřebnou sadu digitálních zařízení, aplikací a služeb, využívá je při školní práci i při zapojení do veřejného života; digitální technologie a způsob jejich použití nastavuje a mění podle toho, jak se vyvíjejí dostupné možnosti a jak se mění jeho vlastní potřeby“ (Balada a kol. 2021, s. 11). Žáci jsou vedeni k využití internetových aplikací, ze kterých by měli získat data, která jsou pro daný úkol relevantní. U první úlohy by měli žáci data dále analyzovat a na základě toho vytvořit vlastní grafický výstup. Druhá úloha vyžaduje kritické myšlení na základě znalosti probírané látky a poukazuje na její přenesení do praktického života. Další otázky slouží spíše k zopakování, procvičení a lepšímu zapamatování probrané látky. Zde byly zvoleny různé typy otázek, otevřené i uzavřené úlohy, aby vyplňování pracovního listu nebylo monotónní a pro žáky, pokud možno, co nejvíce zábavné. Na závěr je přiložena křížovka, která byla vytvořena tak, aby odpovídala tématu všeobecné cirkulace atmosféry.

9 Závěr

Práce si kladla za cíl výzkum přístupu učitelů k výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry na gymnáziích. Toho bylo dosaženo pomocí dílčích cílů, kterými byly obsahová analýza dostupných výukových materiálů k danému tématu (učebnice a atlasy) a hodnocení přístupu modelové skupiny učitelů zeměpisu k výuce tématu všeobecné cirkulace atmosféry pomocí dotazníkového šetření. Dalším cílem bylo vytvoření výukových materiálů pro podporu výuky daného tématu.

Celkově by se díky výsledkům z výzkumu dalo říci, že se tématu všeobecné cirkulace atmosféry věnují všichni dotazovaní učitelé (s výjimkou jednoho, který učí pouze rok a k tématu se ještě nedostal), což je velmi pozitivní výsledek. Téma považují za důležité až velmi důležité. Téměř 40 % dotazovaných tématu ve výuce věnuje dvě vyučovací hodiny a 18 % dokonce ještě delší dobu. Učitelé pro výuku hojně využívají grafických podkladů a různých zdrojů materiálů a poznatků, především internet, jako další v pořadí také atlasy a učebnice. Zároveň ale větší část dotazovaných označuje dostupné materiály za dostačující, nikoliv zcela dostačující a téměř čtvrtina respondentů považuje materiály za nedostačující nebo zcela nedostačující. Tomu také odpovídají výsledky další otázky v dotazníku, a to že by značná část dotazovaných ocenila až velmi ocenila, kdyby byly k dispozici další materiály vhodné pro použití ve výuce. Dostupné materiály můžeme tedy na základě dotazníkového šetření označit za poměrně dostačující, ale s prostorem pro zlepšení.

Co se týče obsahové analýzy učebnic a atlasů, u obou typů výukových materiálů lze pozorovat rozdíly v obsahu a mají své limity. U učebnic byly celkově pozorovány značné rozdíly, jak v obsahové stránce, tak grafickém zpracování. Žádná z učebnic neobsahovala všechny zkoumané pojmy a dvě ze čtyř zkoumaných učebnic byly z grafického hlediska označeny za nedostatečné, převážně z důvodu černobílého provedení. Žádná z učebnic nebyla vyhodnocena jako zcela ideální. Z atlasů byl jako nejlépe využitelný pro výuku vybrán, na základě provedené analýzy, Školní atlas dnešního Světa (Hanus, Šídlo a kol. 2019), který obsahoval nejvíce zkoumaných pojmů, a to čtyři z celkových pěti.

Posledním z cílů práce bylo vytvoření výukového materiálu, který by mohl učitelům pomoci s výukou tématu všeobecné cirkulace atmosféry. Zde bylo přihlédnuto k výsledkům obsahové analýzy učebnic, a kromě pracovního listu byl na základě rešerše odborné literatury do materiálu zahrnut i text, který krátce, ale dostatečně objasňuje téma všeobecné cirkulace atmosféry. Ten byl doplněn i o zjednodušený barevný model všeobecné cirkulace. Pracovní list

byl koncipován tak, aby mimo jiné rozvíjel digitální kompetence a dal žákům možnost zjistit, jak všeobecná cirkulace atmosféry může ovlivnit jejich životy. V práci již bohužel nebyl prostor pro otestování výukového materiálu.

Všechny stanovené cíle práce byly splněny. Hypotéza zmíněná v úvodu, že je téma všeobecné cirkulace atmosféry ve výuce na gymnáziích opomíjeno nebyla potvrzena, což je dle mého názoru kladný výsledek. Dotazníkového šetření se zúčastnilo 63 respondentů, což je poměrně reprezentativní vzorek. Limitem práce může naopak být malý počet učebnic, které jsou volně dostupné na trhu a bylo možné je pro výzkum použít (celkem 4) a také absence většího počtu odborných studií či jiných prací, které by se tématem výuky všeobecné cirkulace atmosféry zabývaly.

10 Seznam použité literatury a zdrojů

BALADA a kol. (2021): Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Praha. Dostupné z: <https://www.edu.cz/rvp-ramcove-vzdelavaci-programy/ramcove-vzdelavaci-programy-pro-gymnazia-rvp-g/> (13. 11. 2023).

BRITANNICA (2024): Coriolis force. <https://www.britannica.com/science/Coriolis-force> (2. 3. 2024).

Česká meteorologická společnost: Elektronický meteorologický slovník.
Dostupné z: <http://slovník.cmes.cz> (11. 3. 2024).

DANNHOFEROVÁ, J. (2012): Velká kniha barev: Kompletní průvodce pro grafiky, fotografy a designéry. Computer Press, Brno. Dostupné z: https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=6Bu2DwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=psychologie+barev&ots=-yRHVS3gt5&sig=OdOmnFQXm_wL4qtvn8301fpxt00&redir_esc=y#v=onepage&q=psychologie%20barev&f=false

DOLEŽALOVÁ a kol. (2007): Manuál pro tvorbu školních vzdělávacích programů na gymnáziích. Výzkumný ústav pedagogický v Praze, Praha. Dostupné z: <https://www.edu.cz/methodology/manual-pro-tvorbu-svp-na-gymnaziich/> (13. 11. 2023).

FRYČ a kol. (2020): Strategie vzdělávací politiky České republiky do roku 2030+. Ministerstvo školství, mládeže a tělovýchovy, Praha. Dostupné z: https://www.msmt.cz/uploads/Brozura_S2030_online_CZ.pdf (21. 11. 2023).

GAVORA, P. (1999): Úvod do pedagogického výskumu. Univerzita Komenského, Bratislava.

HANUS, M., ŠÍDLO, L. a kol. (2011): Školní atlas dnešního světa. Nakladatelství TERRA, Praha.

HARRINGTON, J (2008): Misconceptions: Barriers to Improved Climate Literacy, Physical Geography, 29(6), 575-584. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.2747/0272-3646.29.6.575> (30. 12. 2023).

HARRINGTON, J. a OLIVER, J. E. (2000): Understanding and Portraying the Global Atmospheric Circulation, Journal of Geography, 99(1), 23-31. Dostupné z: <https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221340008978950> (30. 12. 2023).

HARRIS, D.W. (2012): An examination of the impact of computer-based animations and visualization sequence on learners' understanding of hadley cells in atmospheric circulation. Faculty of the Graduate School of the University of Maryland, College Park. Dostupné z: <https://api.drum.lib.umd.edu/server/api/core/bitstreams/a80d5241-757d-48fe-8705-8244b941d038/content> (30. 12. 2023).

LAING, A a EVANS, J (2011): Introduction to Tropical Meteorology, University Corporation for Atmospheric Research. Dostupné z: https://www.chanthaburi.buu.ac.th/~wirote/met/tropical/textbook_2nd_edition/index.htm (8. 4. 2024).

LUTGENS, F. a TARBUCK, E. (1979): The Atmosphere, an introduction to meteorology. Prentice-Hall, New Jersey.

Met Office (2024): What is the jet stream? <https://www.metoffice.gov.uk/weather/learn-about/weather/types-of-weather/wind/what-is-the-jet-stream> (10. 4. 2024).

NASA Earth Observatory (2000): The Intertropical Convergence Zone. <https://earthobservatory.nasa.gov/images/703/the-intertropical-convergence-zone> (10. 3. 2024).

National Oceanic and Atmospheric Administration (2023): Global Atmospheric Circulations. <https://www.noaa.gov/jetstream/global/global-atmospheric-circulations> (7. 3. 2024).

National Oceanic and Atmospheric Administration (2023): Inter-Tropical Convergence Zone. <https://www.noaa.gov/jetstream/tropical/convergence-zone> (10. 3. 2024).

PELIKÁN, J. (1998): Základy empirického výzkumu pedagogických jevů. Karolinum, Praha.

PennState (2023): Introductory Meteorology. <https://www.e-education.psu.edu/meteo3/11.html> (10. 4. 2024).

RANDALL, D. (2015): An Introduction to the Global Circulation of the Atmosphere.

Princeton University Press, New Jersey. Dostupné z:

https://books.google.cz/books?hl=cs&lr=&id=fdmqBwAAQBAJ&oi=fnd&pg=PP1&dq=global+atmospheric+circulation&ots=PeSIvjSKvQ&sig=8CgHKXgPN5d_bc6vLvH6Yj09rl8&redir_esc=y#v=onepage&q=global%20atmospheric%20circulation&f=false (9. 2. 2024).

VOJTÍŠEK, P. (2012): Výzkumné metody: Metody a techniky výzkumu a jejich aplikace v absolventských pracích vyšších odborných škol. Vyšší odborná škola sociálně právní, Praha.

Dostupné z: <https://docplayer.cz/629195-Vyzkumne-metody-metody-a-techniky-vyzkumu-a-jejich-aplikace-v-absolventskych-pracich-vyssich-odbornych-skol-phdr-petr-vojtisek.html> (1. 12. 2023).

VYSOUDIL, M. (2013): Základy fyzické geografie 1: Meteorologie a klimatologie.

Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc. Dostupné z:

<https://geography.upol.cz/soubory/studium/e-ucebnice/978-80-244-3893-1.pdf> (10. 3. 2024).

Seznam obrazového materiálu

Obrázek 1: Globální cirkulace atmosféry na nerotující Zemi. Vlastní zpracování podle

LUTGENS, F. a TARBUCK, E. (1979): The Atmosphere, an introduction to meteorology.

Prentice-Hall, New Jersey.

Obrázek 2: In-počasí (2013): Všeobecná cirkulace atmosféry. [https://www.in-](https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/vseobecna-cirkulace-atmosfery/)

[pocasi.cz/clanky/teorie/vseobecna-cirkulace-atmosfery/](https://www.in-pocasi.cz/clanky/teorie/vseobecna-cirkulace-atmosfery/) (11. 3. 2024).

Obrázek 3: LAING, A a EVANS, J (2011): Introduction to Tropical Meteorology, University Corporation for Atmospheric Research. Dostupné z:

https://www.chanthaburi.buu.ac.th/~wirote/met/tropical/textbook_2nd_edition/navmenu.php_tab_6_page_3.4.0.htm (8. 4. 2024).

Obrázek 4: NASA/Goddard Space Flight Center Scientific Visualization (2012):

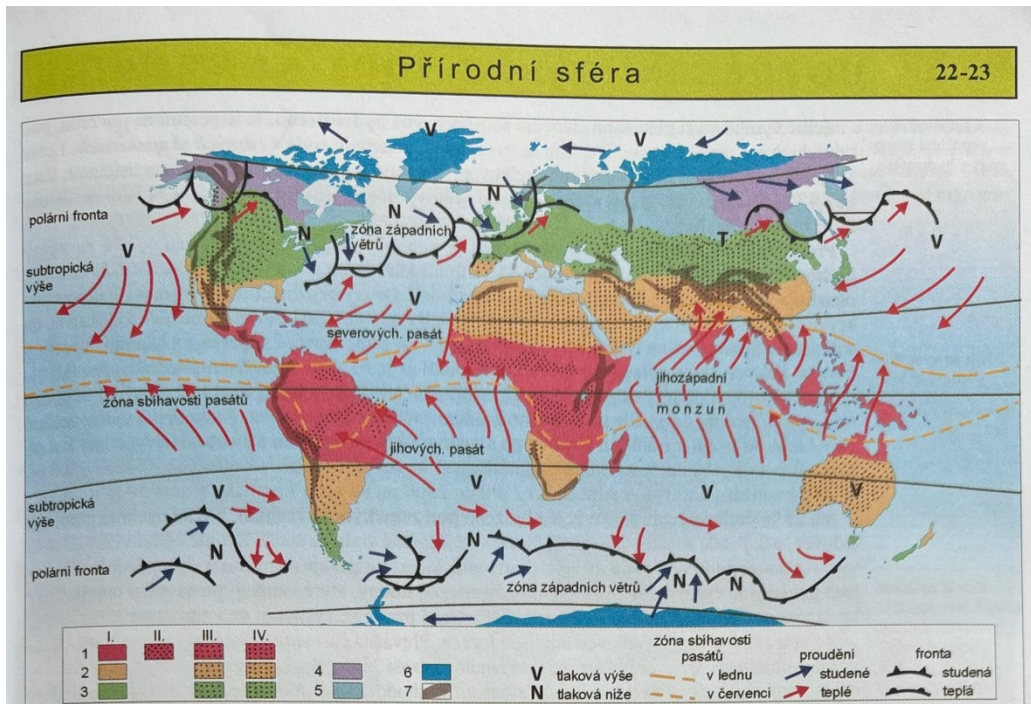
Aerial Superhighway. Dostupné z: <https://svs.gsfc.nasa.gov/10902/> (10. 4. 2024).

Obrázek 5: Understanding and Portraying the Global Atmospheric Circulation, Journal of Geography, 99(1), 23-31. Dostupné z:

<https://www.tandfonline.com/doi/abs/10.1080/00221340008978950> (30. 12. 2023).

11 Přílohy

*Příloha 1: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici
Příroda a lidé Země, učebnice zeměpisu pro střední školy*



Klimatické oblasti světa. I – vlhko, II – vlhko s krátkým obdobím sucha, III – střídavě vlhko, IV – sucho; 1 – tropický pás, 2 – subtropický pás, 3 – mírný pás, 4 – subpolární pás převážně suchý, 5 – subpolární pás převážně vlhký, 6 – polární pás, 7 – horské podnebí.

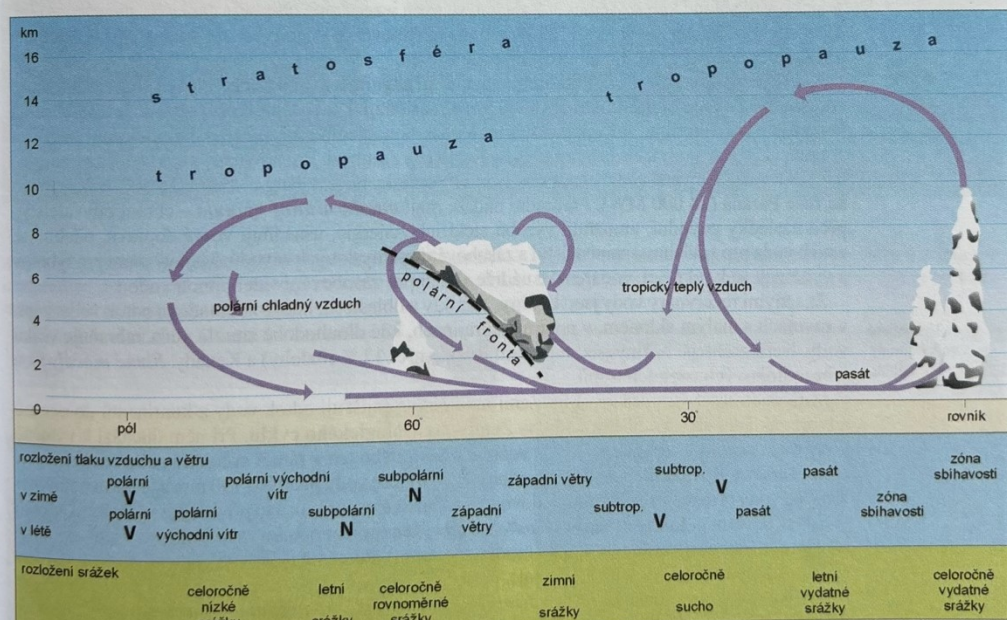


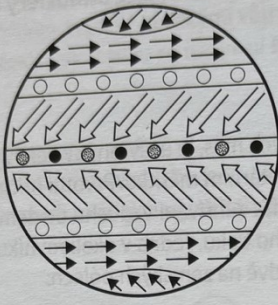
Schéma cirkulace vzduchu na severní polokouli

Zdroj: Příroda a lidé Země, učebnice zeměpisu pro střední školy

Příloha 2: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici Zeměpis I. v kostce pro střední školy

Oblast polárních větrů

- V polárních regionech vanou mrazivé větry z velice silné tlakové výše nad zemskými póly k oblastem tlakových níží v okolí polárních kruhů. Vlivem zemské rotace jsou stejně jako pasáty vychylovány směrem k západu. Hovoříme o polárních východních větrech.



východní větry severní polární oblasti
pás převládajících západních větrů (srážky po celý rok)
subtropická maxima (slabé větry, bezvětří, jasno)
severovýchodní pasát (jasná obloha, mírný pohyb vzduchu)
rovníkové tišiny (značná oblačnost a déšť)
jihovýchodní pasát
subtropická maxima
pás převládajících západních větrů
východní větry jižní polární oblasti

Všeobecný oběh atmosféry (planetární cirkulace atmosféry)

Zajímavost

- Pasáty bývají v anglosaské literatuře označovány také jako „trade winds“. To souvisí s jejich někdejšími využitím při námořní dopravě. Většina obchodních a objevitelských výprav využívala těchto stále vanoucích větrů k pohonu svých lodí.

Systemy lokálních větrů

- Vedle všeobecné cirkulace atmosféry fungují na řadě míst světa systémy místních větrů, které vanou jinými, sezonně se měnícími směry. Většina z nich vzniká v důsledku rozdílů atmosférického tlaku mezi pevninou a oceánem. Oceány jsou totiž teplotně stabilnějším prostředím než pevnina. Ta v zimě velice rychle vychládá a vytváří se nad ní oblasti vysokého tlaku vzduchu. V létě je naopak pevnina teplejší a vytváří se nad ní oblast nízkého tlaku vzduchu.

Monzuny

- Monzuny jsou sezonní větry, které se vytvářejí v regionech styku rozlehlých pevnin s oceány. Během roku mění svůj směr, kdy v létě vanou z oceánu nad pevninu a v zimě naopak z pevniny nad oceán. Největší monzunovou oblastí na světě je jižní a jihovýchodní Asie, ale setkáme se s nimi také v oblasti Guinejského zálivu v Africe či ve Střední Americe.
- **Letní monzun** vane z chladného oceánu nad teplou pevninu a přináší s sebou velké množství srážek. V monzunových oblastech jihovýchodní Asie spadnou během letní sezony rekordní srážkové úhrny a najdeme zde i nejdeštivější místa na světě (Čérápuňdží v Indii). Na letním monzunu je zcela závislé zemědělství v regionech, kde žijí více než 2 mld. lidí.
- **Zimní monzun** vane z chladné pevniny nad teplý oceán. Jedná se o velice chladný suchý vzduch. Díky tomu přicházejí v monzunových oblastech v zimní sezoně období sucha.

Skolní atlas světa str. 18-19

76

Zdroj: Zeměpis I. v kostce pro střední školy

bálního. Mezi nejvíce problematické patří např. **zvyšování teploty atmosféry** (globální oteplení, skleníkový efekt), **úbytek ozonu v atmosféře**, rostoucí množství oxidů síry a dusíku v rámci atmosféry (vznik kyselých dešťů).

5.4 Atmosféra v pohybu

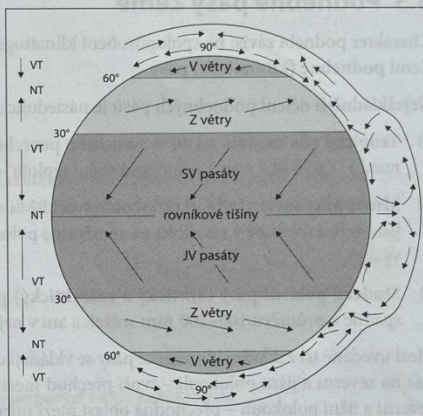
Planeta Země je typická nerovnoměrným rozložením tepla na povrchu i v atmosféře, což způsobuje nerovnoměrné rozložení atmosférického tlaku. Na rozložení oblastí vysokého a nízkého tlaku vzduchu závisí proudění vzduchu (rychlost a směr přemísťování objemů vzduchu), které označujeme jako vítr.

Vzduchové hmoty se mohou přemísťovat jak v planetárním měřítku (**všeobecná cirkulace atmosféry**), tak i v rámci menších oblastí (**místní větry**).

Všeobecná cirkulace atmosféry je složitý proces proudění vzduchových hmot v planetárním měřítku. Je vyvolána vlivem nerovnoměrného rozložení radiční bilance na Zemi, rozložením oceánů a pevnin a zemskou rotací. Při zemském povrchu ovlivňuje ráz cirkulace i tření.

Všeobecný oběh výrazně ovlivňuje i Coriolisova síla, která je příčinou toho, že se vzduchové hmoty stáčíjí na severní polokouli napravo ve směru pohybu a na polokouli jižní doleva.

*Mechanismus všeobecné cirkulace lze vysvětlit následovně: podél rovníku vznikají díky vysokým teplotám výstupné proudy, které se ve výšce stáčíjí k obratníkům a vytvářejí **antipasáty**. Nad rovníkem trvale existuje **pás nízkého tlaku vzduchu** (rovníkové tišiny). Vzduch nahromaděný podél 30. rovnoběžek obou polokoulí vytváří **subtropický pás vysokého tlaku vzduchu** a odtud jsou vzduchové hmoty přemísťovány na sever i na jih. Vzduchové hmoty směřující k rovníku se nazývají **pasáty**. Pasáty jsou stále vzduchové proudy, které na severní polokouli vanou od severovýchodu (severovýchodní pasát) a na jižní polokouli od jihovýchodu (jihovýchodní pasát).*



Obr. 11 Všeobecná cirkulace atmosféry

Přibližně podél 60. rovnoběžek se nacházejí **pásy nízkého tlaku vzduchu**, do kterých proudí vzduch ze severu i z jihu. V důsledku stáčení zde mají větry jihozápadní až západní směr, což jsou typické směry větrů v mírných zeměpisných šířkách. V polárních oblastech se vytvořily **oblasti vysokého tlaku vzduchu**. Větry zde vanou východním směrem a dosahují až mírných šířek.

Nerovnoměrné zahřívání pevnin a oceánů může systém všeobecné cirkulace v některých oblastech narušovat. Zejména pro jižní a jihovýchodní Asii je typický systém výměny vzduchových hmot mezi pevninou a oceánem, který se nazývá **monzunová cirkulace**.

Rozlišujeme dva typy těchto sezónních vzdušných proudů.

Letní monzun – vane z chladnějšího oceánu na teplejší pevninu a přináší vydatné srážky.

Zimní monzun – směřuje z prochládlé pevniny na teplejší oceán. Je příčinou období sucha.

Vlivem tepelných a tlakových rozdílů se systém proudění vzduchu může vyvinout i nad plošně menšími oblastmi. Takové vzdušné proudy nazýváme **místní větry**. Ze známějších místních větrů lze jmenovat např. **Fén (Föhn)** – nárazovitý, teplý, suchý vítr vanoucí z hor do údolí. Typický pro Alpy či Kavkaz. **Pobřežní vítr (Briza)** – vítr na březích moří a jezer. **Mistral** – vítr v údolí řeky Rhóny ve Francii, **Jugo** – vítr vanoucí na pobřeží Jaderského moře atd.

Příloha 4: Sken grafických prvků týkajících se všeobecné cirkulace atmosféry v učebnici
 Geografie 1: Fyzickogeografická část

ATMOSFÉRA

Za vhodných podmínek voda z oblaků vypadává na zemský povrch ve formě **atmosférických srážek**. Ty mohou být **kapalné** (déšť), nebo **pevné** (sníh, kroupy). Mezi atmosférické srážky řadíme i ty, které vzniknou kondenzací vodních par na podchlazeném zemském povrchu (např. rosa). Označují se jako **horizontální srážky**.

Rozložení srážek na zemském povrchu je velmi nerovnoměrné jak z pohledu časového, tak i prostorového. V planetárním měřítku rozlišujeme tyto typy chodu srážek: rovníkový, subtropický středomořský, pevninský mírných šířek, oceánský mírných šířek, monzunový mírných šířek a polární typ.

Atmosférické srážky se rozhodující měrou podílejí především na charakteru a celkové úrovni vegetačního krytu. Dokladem toho je nerovnoměrné rozložení vegetace na Zemi.

Otázky a úkoly:

1. Které složky obsahuje sluneční záření? Hleďte i na internetu.
2. Popište změny, kterými prochází sluneční záření při průchodu atmosférou a po dopadu na zemský povrch.
3. Vysvětlete pojem **dodatečné zahřívání atmosféry**. Čím je způsobené a jaké jsou jeho důsledky? Hleďte i na internetu.
4. Jak dochází k tvorbě oblaků a co je podstatou vzniku atmosférických srážek?

4.3 Neklidná atmosféra

1. Zkuste pojmenovat typy pohybu vzduchu v atmosféře. Hleďte i na internetu.
2. Existují možnosti využití energie větru v životě společnosti?
3. Které znáte katastrofy vyvolané pohyby vzduchu na souši i na oceánu? Hleďte i na internetu.

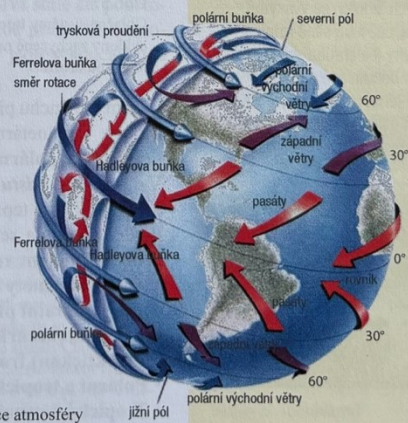
Zemská **atmosféra je hmotná**, a proto působí na zemský povrch určitým **tlakem**. Nerovnoměrné rozložení atmosférického tlaku je způsobené nerovnoměrným rozložením tepla na zemském povrchu i v atmosféře. Na rozložení oblastí vysokého a nízkého tlaku vzduchu závisí směr přemísťování objemů vzduchu, tedy jeho proudění. Běžně je označované jako **větr**.

Mechanismus proudění vzduchu v planetárním měřítku vyjadřuje obrázek 55. Jeho základní příčinou jsou velké teplotní rozdíly mezi polárními a rovníkovými oblastmi.

Přemísťování vzduchu na Zemi v planetárním měřítku se označuje jako **všeobecná cirkulace atmosféry**. Na její poměrně složitý charakter má vliv především rotace Země a nerovnoměrné rozložení pevnin a oceánů. Při zemském povrchu ovlivňuje ráz proudění i tření. Působení Coriolisovy síly má za následek, že se vzduchové hmoty na severní polokouli stáčíjí napravo od směru pohybu, kdežto na jižní polokouli je tomu přesně naopak (viz obr. 21, str. 15). Pro správné pochopení mechanismu a charakteru všeobecné cirkulace atmosféry je nezbytné si zapamatovat, že se vzduchové hmoty pohybují **vždy z oblastí vyššího tlaku do oblastí tlaku nižšího**, tedy z míst relativně chladnějších do míst relativně teplejších.

V oblasti podél rovníku tak vznikl pás nízkého tlaku, který je kolem 30° z. š. vystřídáný pásem vysokého tlaku vzduchu. Přibližně kolem 60° z. š. se opět nachází pás nízkého tlaku vzduchu, polární oblasti jsou místy vysokého tlaku. Schéma všeobecné cirkulace atmosféry na Zemi ukazuje obrázek 55.

Obr. 55
 Schéma všeobecné cirkulace atmosféry



Jako **Hadleyova buňka** se označuje atmosférická cirkulace v oblasti mezi rovníkem a 30° severní a jižní šířky, ve které vznikají pravidelné větry, směřující vždy k rovníku a díky zemské rotaci k východu. Vzduch v polárních buňkách mezi 60° severní a jižní šířky a póly je sice chladnější a sušší než na rovníku, je však stále ještě schopný vystoupit od povrchu terénu až ke hranici troposféry, která zde leží ve výšce asi 8 km, a pohybovat se k pólům. Tam ochlazený klesá k zemi, tvoří oblast vysokého tlaku a vrací se při povrchu terénu směrem k rovníku. Složitější jsou poměry ve **Ferrelových buňkách** mezi 30° a 60° severní a jižní zeměpisné šířky. Cirkulace tam není poháněna rozdíly teploty, nýbrž prouděním v Hadleyově buňce a v **polárních buňkách**. Převládající směr větrů je zde směrem k pólům a k východu, proudění je však velmi proměnlivé a podléhá hlavně místním vlivům. Typické pro tyto buňky je nepravidelné střídání oblastí nízkého a vysokého tlaku.

Příloha 5: Ukázka části dotazníkového šetření

Sekce 1 z 7

Výzkum přístupu k výuce tématu globální cirkulace atmosféry na gymnáziích

B I U ↻ ✕

Dobrý den,

jmenuji se Anna Dudařová a jsem studentkou posledního ročníku bakalářského oboru Geografie se zaměřením na vzdělávání na Přírodovědecké fakultě UK. V současné době píšu bakalářskou práci s názvem Téma atmosféry ve výuce na gymnáziích (na příkladu globální cirkulace atmosféry). Jednou částí práce je výzkum přístupu učitelů zeměpisu k tématu globální cirkulace atmosféry, a to pomocí dotazníkového šetření.

Chtěla bych Vás tedy touto formou požádat o vyplnění krátkého dotazníku, neměl by Vám zabrat více než 10 minut.

Výzkum je zcela anonymní. Na základě Vašich odpovědí, analýzy učebnic a atlasů bude v rámci práce vytvořen výukový materiál, který budete mít možnost po vyplnění dotazníku získat. V případě jakýchkoliv dotazů se prosím obračejte na můj email: dudarova@natur.cuni.cz

Moc Vám děkuji za odpovědi a přeji krásný den,

Anna Dudařová

Sekce 2 z 7

1. část

Popis (nepovinný)

Zařazujete ve výuce zeměpisu téma globální cirkulace atmosféry? *

ANO

NE

3. část



Popis (nepovinný)

Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu **atmosféry** v rámci výuky fyzické geografie? *

	1	2	3	4	
Málo důležitá	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Velmi důležitá



Jakou míru důležitosti přikládáte výuce tématu **globální cirkulace atmosféry** v rámci výuky fyzické geografie? *

	1	2	3	4	
Málo důležitá	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	<input type="radio"/>	Velmi důležitá

Zdroj: vlastní zpracování

VŠEOBECNÁ CIRKULACE ATMOSFÉRY

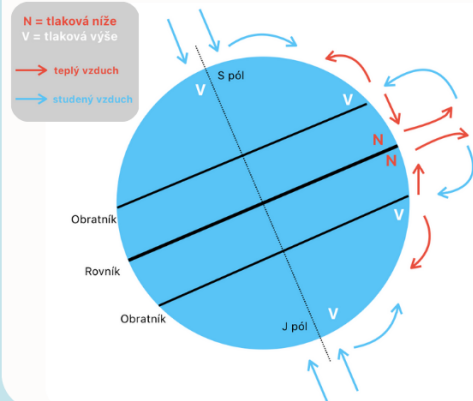
PROČ JE TOTO TÉMA DŮLEŽITÉ?

Všeobecná cirkulace atmosféry ovlivňuje klima na celé Zemi. Když pochopíme, jak cirkulace funguje, můžeme odvodit, jaké podnebí je na různých místech světa.

DŮLEŽITÁ FAKTA

- sluneční záření dopadá na Zemi nerovnoměrně
-> rozložení teplot na Zemi je nerovnoměrné
- s rozložením teplot souvisí i rozložení tlaku ->
vyšší teplota = nízký tlak a **nízká teplota = vysoký tlak**
- vítr vzniká rozdílem tlaku - vzduch proudí z oblasti **vyššího tlaku** do oblasti **nízkého tlaku**
- **ohřátý vzduch** má nižší hustotu -> stoupá směrem vzhůru a **studený** naopak klesá k povrchu

MODEL VŠEOBECNÉ CIRKULACE ATMOSFÉRY



JAK TO CELÉ FUNGUJE?

Nejvíce slunečního záření dopadá na oblast rovníku, kde se povrch nejvíce prohřívá, dochází k velkému výparu a **ohřívání vzduchu**. **Ohřátý vzduch** stoupá u čehož se **ochlazuje** a vodní pára v něm kondenzuje. Díky tomu v oblasti rovníku vznikají **kupovité oblaky**, ze kterých skoro každodenně prší.

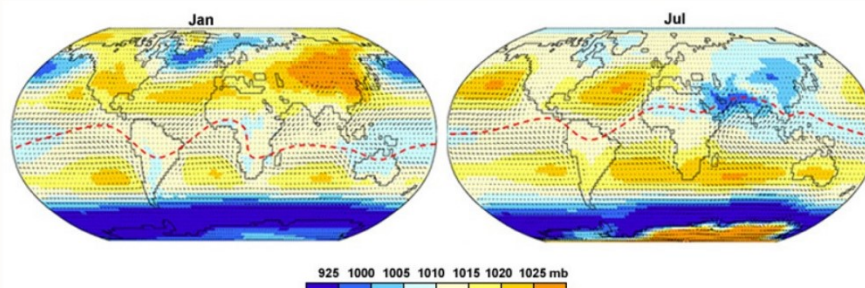
Ve výšce se už docela suchý vzduch začíná roztékat na obě strany směrem k pólům. Těmto vzdušným proudům se říká **antipasáty**. V oblasti kolem obratníků je ve vyšší vrstvě atmosféry "nahromaděno" tolik vzduchu, že už se tam další "nevejde" a proto je v těchto místech vysušený vzduch tlačěn směrem k povrchu a vytváří oblast výrazně **nízkého tlaku** vzduchu. V těchto oblastech je velmi sucho a nedostatek srážek a proto tu často najdeme pouště. Od oblasti vysokého tlaku vzduchu na obratnících proudí vzduch do oblasti nízkého tlaku vzduchu u rovníku a těmto pravidelným větrům se říká **pasáty**.

V oblasti mírných šířek je globální proudění hodně ovlivněné **Coriolisovou silou** a přecházejícími atmosferickými frontami. Vyskytují se tu **západní větry** a neustále vznikající a zanikající **cyklony** a **anticyklony**. Míchá se tu vzduch od pólů a od obratníků a tlakové poměry zde tedy nejsou tak stále jako třeba v oblasti rovníku a **počasí se často mění**.

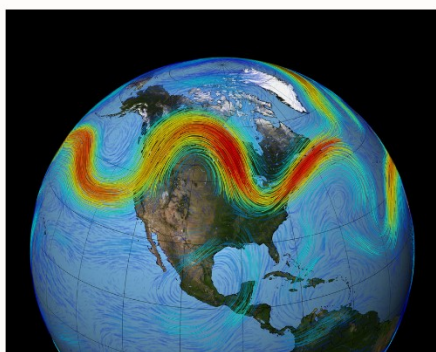
V polárních oblastech chladný vzduch klesá k zemskému povrchu a vytváří výraznou **tlakovou výši**, ze které proudí vzduch směrem k rovníku. V tlakových výších se vytváří velmi málo oblačnosti a tím pádem i srážek a polární oblasti jsou tak jedny z nejsušších na světě.

Zajímavou částí všeobecné cirkulace atmosféry je intertropická zóna konvergence (ITCZ), známá i jako zóna sbíhavosti pasátů. V této oblasti dochází ke sbíhání vzduchu z obou polokoulí, jeho hromadění a výraznému ohřívání. To způsobuje už zmiňované výstupy vzduchu, kondenzaci vodní páry a výrazné srážky. Tato oblast ovšem není celoročně v oblasti rovníku, ale posouvá se "za sluncem". V létě, kdy díky sklonu zemské osy a oběhu Země kolem Slunce dopadá více záření na severní polokouli se ITCZ posouvá více k severu a společně s ní i oblasti nízkého a vysokého tlaku vzduchu. V zimě se zóna naopak posouvá k jihu. Tento posun můžeme pozorovat na klimatu středomoří, v létě se oblast vysokého tlaku vzduchu z oblasti obratníků posune více k severu a zasáhne i do oblasti středomoří, kde v létě pozorujeme minimum srážek a vysoké teploty, podobně jako na obratnících. V zimě naopak ITCZ "ustoupí" k jihu a vliv na oblast středomoří má klima mírných šířek. Teploty jsou zde nižší, převažuje západní proudění a zvyšují se srážkové úhrny.

obrázek 1: ITCZ v lednu a červenci vyznačena červenou přerušovanou čarou



Pro oblast mírných šířek je významný jet stream, neboli tryskové proudění. To vzniká díky rozdílu tlaků vzduchu ve vyšších vrstvách troposféry mezi teplejšími oblastmi mírných zeměpisných šířek a chladnějšími polárními oblastmi. Vzduch má tendenci proudit ve výšce z mírných šířek směrem k pólům a je výrazně ovlivněn Coriolisovou silou, která proudění stáčí směrem na východ. Jet stream se vyskytuje ve výšce 1-2 kilometry pod tropopauzou a je velmi rychlý. Svými výkyvy v tlaku a směru větru ovlivňuje proudění a tlakové poměry i ve výškách blízko u povrchu.



obrázek 2:
Jet stream na
severní polokouli

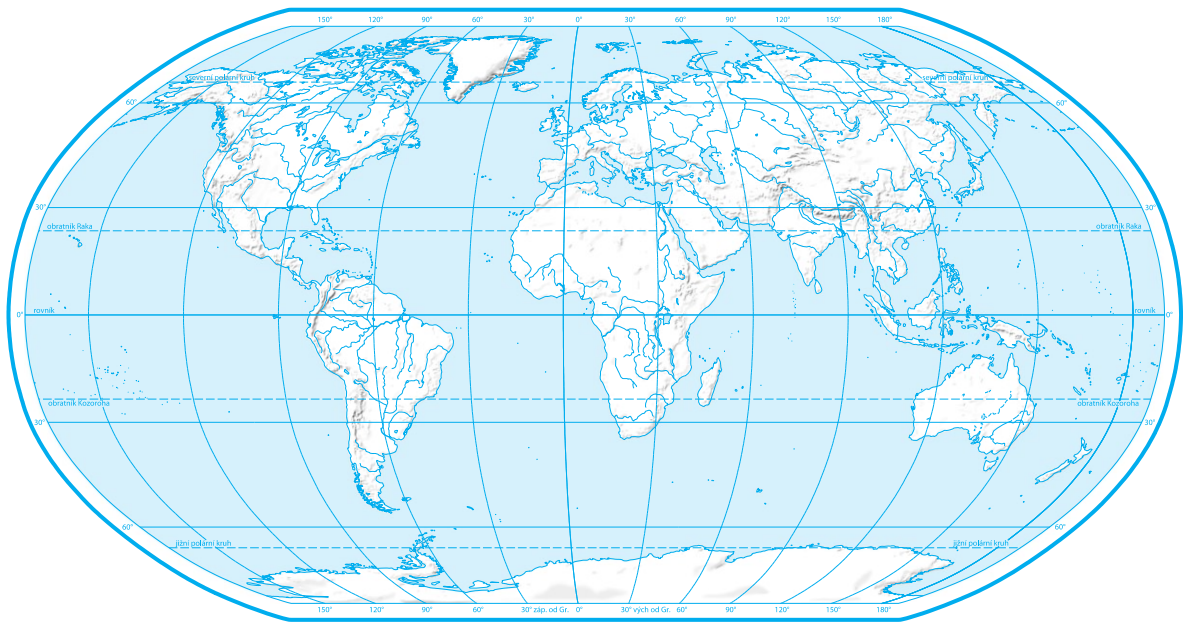
ÚKOLY A OTÁZKY

(cca 1 vyučovací hodina – 45 min.)

Úkol č. 1: Pomocí internetové aplikace Ventusky (<https://www.ventusky.com/>) se pokuste najít trvalé či pravidelné větrné proudy a označte do mapy. V pravé části aplikace si zvolte možnost “animace větru – výrazná” a v dolní části “změnit datum” si proklikejte několik různých dní, ideálně i v různých měsících.

SVĚT

KARTOGRAFIE PRAHA®



1 : 125 000 000
0 1 000 2 000 3 000 4 000 km
Číselné měřítko je platné
na mapách vytištěných v poměru 1:1.


Obrysová mapa světa, jejímž autorem je
Kartografie Praha, a. s., podléhá licenci Creative
Commons Uveďte autora-Neužívejte dílo
komerčně-Zachovejte licenci 4.0 Mezinárodní.
Další mapy stáhnete zdarma na www.stahnamy.cz

Úkol č. 2: Pomocí funkce plánování trasy (letecky) v aplikaci google maps doplňte do tabulky délky letů z daných destinací. Lety vybírejte ty bez přestupu.

Destinace odletu	Destinace příletu	Doba letu
Londýn	New York	
New York	Londýn	
Madrid	Miami	
Miami	Madrid	

Liší se délky letů nějak? Pokud ano, letí nějakým směrem letadlo jinou rychlostí, případně kterým směrem? Zkuste se zamyslet, čím by tyto rozdíly mohly být způsobeny a zda jsou nějak využitelné pro lidi.

3. Co je hlavním pohonným motorem všeobecné cirkulace atmosféry?

- a) gravitace
- b) sluneční záření
- c) magnetické pole Země
- d) teplo z jádra Země

1. Jak se nazývají větry, které trvale vanou k rovníku? Z jakých směrů vanou?

2. Rozhodni o pravdivosti následujících tvrzení (ANO/NE):

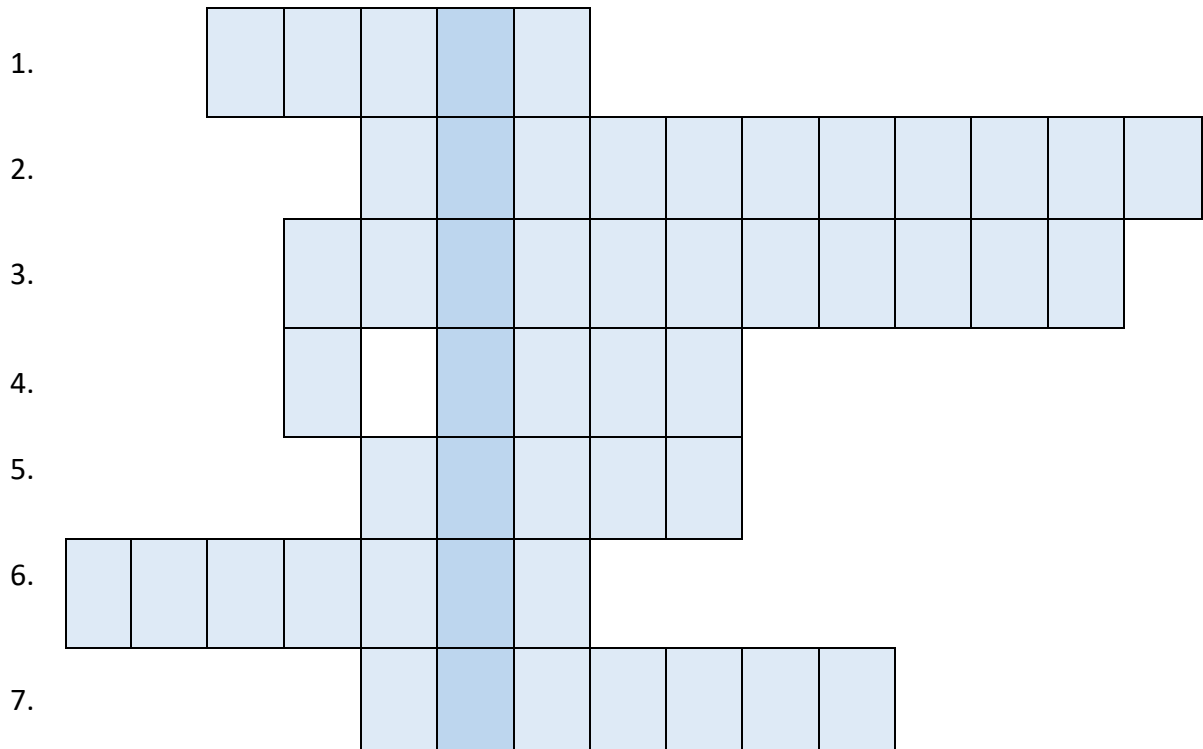
- Při ohřívání vzduchu dochází k poklesu jeho tlaku a výstupným pohybům
- Vzduch má tendenci proudit z tlakové níže směrem do tlakové výše
- Coriolisova síla stáčí vítr po směru hodinových ručiček na severní polokouli a proti směru hodinových ručiček na jižní polokouli
- V oblasti obratníku vzniká kupovitá oblačnost a velmi často zde prší

3. Doplně:

V Evropě převažuje _____ proudění, které přináší do Evropy _____ od Atlantského oceánu.

Intertropická zóna konvergence se v _____ posouvá k severu a v _____ naopak k jihu. Změnu jejího umístění můžeme pozorovat na klimatu středomoří, kde jsou v létě _____ teploty a _____. V zimě naopak často _____ a teploty jsou mírnější.

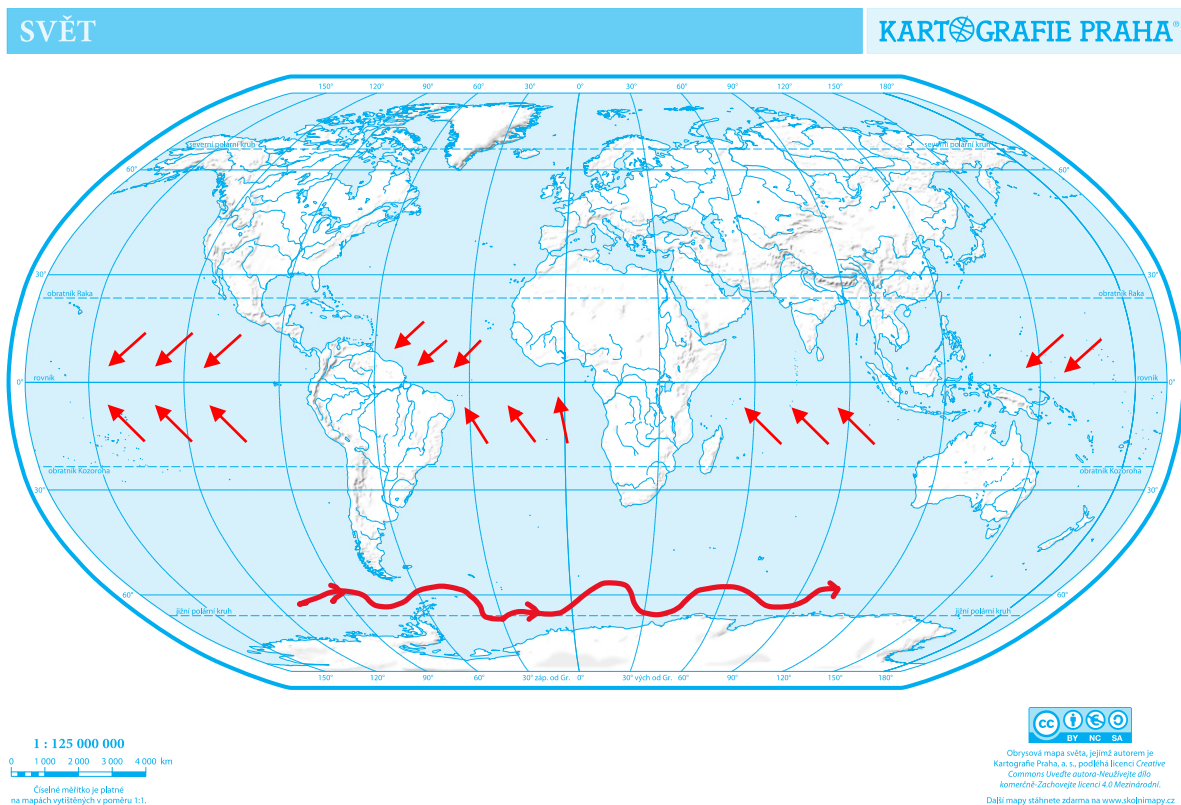
KŘÍŽOVKA



1. Dlouhodobé podnebné podmínky
2. Síla, která uklání v Evropě vzdušné proudy směrem na východ
3. Pasáty s obou polokoulí se sbíhají v oblasti sbíhavosti pasátů. Jak jinak můžeme sbíhavost pojmenovat? (náповěda – ITCZ)
4. Antipasáty proudí ve výšce, pasáty proudí _____
5. Idealizovanou cirkulaci rozdělujeme na tři _____
6. Jedna z těchto tří ...(odověď č. 5)... se nazývá _____
7. Centrum nízkého tlaku vzduchu

ÚKOLY A OTÁZKY - ŘEŠENÍ

Úkol č. 1: Pomocí internetové aplikace Ventusky (<https://www.ventusky.com/>) se pokuste najít trvalé či pravidelné větrné proudy a zaznačte do mapy. V pravé části aplikace si zvolte možnost “animace větru - výrazná” a v dolní části “změnit datum” si proklikejte několik různých dní, ideálně i v různých měsících.



Úkol č. 2: Pomocí funkce plánování trasy v aplikaci google maps doplňte do tabulky délky letů z daných destinací. U letů vybírejte ty bez přestupu.

Destinace odletu	Destinace příletu	Doba letu
Londýn	New York	7 h 45 min
New York	Londýn	6 h 50 min
Madrid	Miami	9 h 20 min
Miami	Madrid	8 h 25 min

Liší se délky letů nějak? Pokud ano, letí nějakým směrem letadlo jinou rychlostí, případně kterým směrem? Zkuste se zamyslet, čím by tyto rozdíly mohly být způsobeny a zda jsou nějak využitelné pro lidi.

ÚKOLY A OTÁZKY - ŘEŠENÍ+METODIKA

Úkol č. 1: V této úloze jde hlavně o to, aby si žáci vyzkoušeli práci s aplikací **Ventusky**, která může být využitelná i v dalších meteorologických tématech, a aby si „ověřili“ existenci pasátů, případně trvalých západních větrů kolem Antarktidy.

Pro zobrazení vzdušných proudů v aplikaci ventusky mohou žáci využít jak internetový prohlížeč na počítači, tak na telefonu. Pro mobilní zařízení je dokonce dostupná i aplikace. Pokud by žáci neměli přístup k internetu, telefonům či počítačům, může vyučující otevřít aplikaci, promítnout ji všem žákům hromadně pomocí projektoru či interaktivní tabule a rozdílné dny a roční období určí a zobrazí učitel.

Vzdušné proudy kolem Antarktidy nejsou tak stálé jako pasáty, protože se jedná o polární jet stream, který se často různě stáčí a meandruje. I tak je na jižní polokouli kolem Antarktidy pozorovatelné silné západní proudění, které vytváří pomyslný kruh kolem Antarktidy, a ještě více izoluje její klima. Tyto silně a trvale vanoucí západní větry výrazně ovlivňují i mořské proudy a ve stejné oblasti najdeme nejmohutnější oceánský proud – Západní příhon. Tuto mohutnost a sílu mořských i vzdušných proudů posiluje absence výrazných pevnin v této oblasti, které by mohly proudy narušit. Vody v této oblasti jsou jedny z nejrozbouřenějších na světě ([Meteorologický slovník](#) 2024).

Úkol č. 2: I tato úloha je určena, mimo jiné, k posílení digitálních kompetencí žáků. V tomto případě je ke splnění úlohy potřeba práce s mapami google. Stejně jako u předchozí úlohy lze aplikaci použít na telefonu i počítači, případně může být žákům opět zprostředkována učitelem přes projektor nebo interaktivní tabuli. Doby letů nemusí být vždy stejné a žáci tedy nemusí mít na minuty stejné časy. Cílem úlohy je, aby žáci dospěli k výsledku, že v mírných šířkách jsou lety ovlivněny stálými vzdušnými proudy – jet streamem a západním prouděním a cesta s USA do Evropy je tak v průměru o několik desítek minut kratší než v opačném směru.

Se směrem jet streamů se v letecké dopravě běžně pracuje. Letem po směru jet streamu může letadlo ušetřit nejen čas, ale i palivo. Trasa letu je často ovlivněna právě aktuální polohou a silou jet streamu.

Správně odpovědi jsou označené **modrou barvou**, správné odpovědi dopsány **červenou barvou**.

3. Co je hlavním pohonným motorem všeobecné cirkulace atmosféry?

- a) gravitace
- b) sluneční záření**
- c) magnetické pole Země
- d) teplo z jádra Země

4. Jak se nazývají větry, které trvale vanou k rovníku? Z jakých směrů vanou?

Pasáty.

Vanou ze severovýchodu a z jihovýchodu

5. Rozhodni o pravdivosti následujících tvrzení (ANO/NE):

- a) Při ohřívání vzduchu dochází k poklesu jeho tlaku a výstupným pohybům **ANO**
- b) Vzduch má tendenci proudit z tlakové níže směrem do tlakové výše **NE**
- c) Coriolisova síla stáčí vítr po směru hodinových ručiček na severní polokouli a proti směru hodinových ručiček na jižní polokouli **ANO**
- d) V oblasti obratníku vzniká kupovitá oblačnost a velmi často zde prší **NE**

6. Dopln:

V Evropě převažuje **západní** proudění, které přináší do Evropy **srážky/vlhkost/vláhu** od Atlantského oceánu.

Intertropická zóna konvergence se v **létě** posouvá k severu a v **zimě** naopak k jihu. Změnu jejího umístění můžeme pozorovat na klimatu středomoří, kde jsou v létě **vysoké** teploty a **sucho**. V zimě naopak často **prší** a teploty jsou mírnější.

