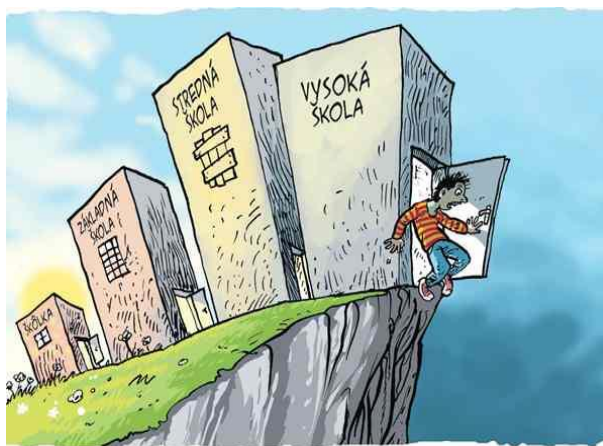


# Úvod do problematiky vzdělávání o globální změně klimatu

Tomáš Milěř  
Pedagogická fakulta MU

## 1 Úvod

Globální změna klimatu je fenomén, se kterým si mnozí učitelé nevědí rady. V Rámcových vzdělávacích programech je změna klimatu zmíněna jen okrajově, takže se stává, že žáci projdou vzdělávacím systémem, aniž by se s danou problematikou seznámili byť jen povrchně. To je chyba, kterou je třeba napravovat. Globální změna klimatu již v současnosti ovlivňuje životy všech lidí na Zemi a zasahuje do mnoha sfér lidské společnosti. Na rychle se měnící klimatické podmínky v 21. století se lidé budou muset aktivně adaptovat a vzdělání by jim v tom mělo pomoci. Klimaticky gramotní občané budou mít větší šanci udělat správná rozhodnutí na osobní i společenské úrovni. Deklarace OSN COP20 z prosince 2014 vyzývá členské státy k zavádění tématu změny klimatu do vzdělávacích programů. Zdůrazněna je zde potřeba zlepšit schopnost společnosti adaptovat se na dopady klimatické změny (<http://www.unclearn.org/news/cop20-ministerial-declaration>). Kromě podpory formálního vzdělávání by vlády měly usilovat o osvětu v celé společnosti. Změna klimatu se totiž týká i občanů, kteří se do školních lavic již nikdy nevrátí.



Obr. 1: Autorem kresleného vtipu je Jozef „Danglár“ Gertli.

Formální vzdělávání by mělo reflektovat stav vědeckého poznání. Ačkoliv věda o klimatu má kořeny v 19. století, mnoho důležitých objevů bylo učiněno teprve v poslední době. Věda o klimatu není jen klimatologie (zabývající se statistikou počasí), ale zaujímá podstatnou část komplexního systému věd o Zemi. Porozumění tomu, jak funguje klimatický systém Země, je nutné pro dosažení širší přírodovědné gramotnosti.

Problematika globální změny klimatu je nesmírně široká. Má rozměr jak přírodovědný (jak funguje Země jako systém), tak i společenský (politika, energetika, psychologie, etika, žurnalistika atd.). Není snadné takto komplexní téma uchopit a didakticky transformovat do

systému, který by byl vhodný pro výuku na různých typech a stupních škol. Otázka dnes už nestojí: *zda* o změně klimatu učit, ale *koho, co* a *jak* učit. Tento článek se primárně zabývá možnostmi jak změnu klimatu systematicky zavádět do formálního vzdělávání.

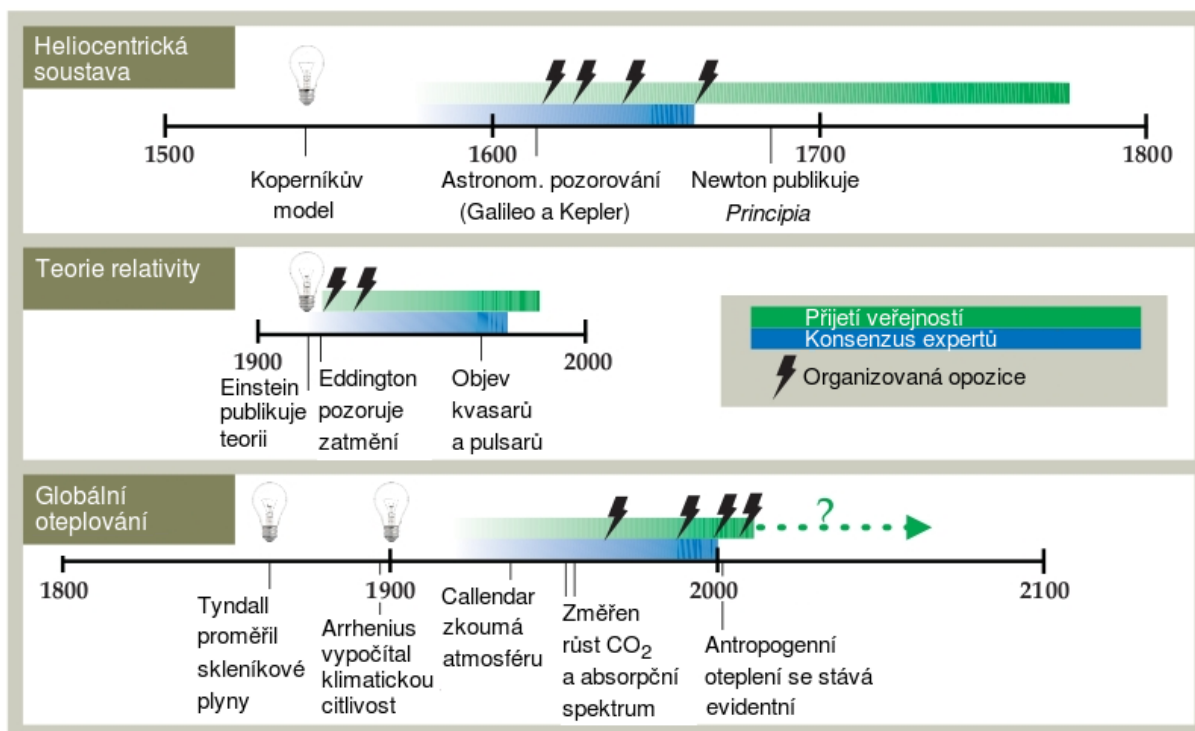
Více informací ke vzdělávání o změně klimatu včetně pracovních listů ke konkrétním tématům zvědavý učitel nalezne na adrese <http://amper.ped.muni.cz/miler/climateliteracy/>

## 2 Věda o klimatu

Ve vědě můžeme pozorovat současně dva protichůdné trendy – diferenciacní a integrační. Vědní obory se postupem času stále více drobí na specializovanější odvětví. Jak se rozšiřují obzory našeho poznání vznikají stále nové vědní obory, které se věnují úzké oblasti bádání (např. nanotechnologie). Vznikají také vědy na rozmezí jiných, tradičních věd (biogeologie, astrobiologie apod.). Příroda však lidmi stanovené hranice věd nerespektuje, proto je k popisu složitých přírodních systémů potřeba spolupráce vědců z různých oborů. Země je jeden z nejsložitějších systémů jaký si dovedeme představit. Dochází v něm k dynamické interakci zemských sfér (atmosféry, hydrosféry, litosféry, pedosféry, biosféry a antroposféry). Všechny vědy, které nějak přispívají k poznání, jak funguje Země jako systém, lze sdružit pod označení *vědy o Zemi*. *Věda o klimatu* zkoumající klimatický systém Země je pak součástí věd o Zemi.

Výzkumem změny klimatu se dnes zabývá mnoho významných institucí, univerzit a vědeckých týmů. Výsledky jsou průběžně publikovány v recenzovaném vědeckém tisku. Proti vědeckému konsensu o vlivu složení ovzduší na teplotu povrchu Země, o příčinách oteplování a nutnosti skleníkové plyny do ovzduší nepřidávat se staví síly financované zejména fosilním průmyslem, problém popírající, bagatelizující a snažící se jakákoliv opatření oddálit. Ty mají velký vliv na média i celou veřejnost. Její chápání arrheniovské vědecké revoluce pak zaostává za pohledem vědeckým – podobně, jako tomu bylo u revoluce koperníkovské či einsteinovské (viz obr. 2).

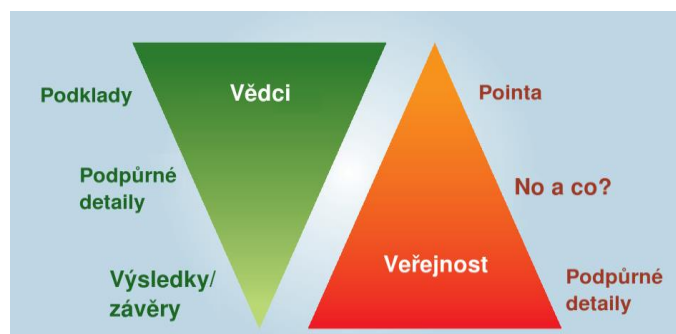
Co znamená „**vědecký konsensus**“? Výsledky jednoho vědeckého týmu nemají samy o sobě valný význam, dokud tyto výsledky nepotvrdí jiné týmy. Mnohé výzkumné problémy jsou natolik složité, že ani stovky či tisíce nových studií dosud nepomohly ke zpřesnění prvotních výsledků, ačkoliv naše porozumění je dnes mnohem dále. Příkladem může být problém vyčíslení „klimatické citlivosti“, což je veličina, která vyjadřuje, o kolik stupňů se zvýší průměrná teplota Země při zdvojnásobení koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře. Klimatickou citlivost vyčíslil poprvé Svante Arrhenius roku 1896 na 5–6 °C, ale roku 1906 svůj odhad snížil na 1,6 °C. Podle zprávy IPCC z roku 2014 s největší pravděpodobností leží hodnota klimatické citlivosti v rozmezí 1,5 až 4,5 °C. O hodnotu klimatické citlivosti se vědci přou i po více než sto letech výzkumu, v této otázce nebylo dosud dosaženo konsenzu. Klimatická citlivost totiž závisí na stavu klimatického systému se všemi jeho zpětnými vazbami a zpožděními. Není však žádný spor o to, že nárůst koncentrace CO<sub>2</sub> vede ke zvyšování teploty a že hlavním zdrojem CO<sub>2</sub> je spalování fosilních paliv. V této otázce odborná komunita ke konsensu jistě dospěla. Potvrzuje to výzkum Naomi Oreskes, která si dala tu práci, že analyzovala 928 abstraktů článků v prestižním vědeckém časopisu Science za období 1993–2003 obsahující klíčová „globální změna klimatu“ (Oreskes 2004). Zjistila, že 75 % článků explicitně připouští antropogenní změnu klimatu (AZK), 25 % nezaujímá k AZK žádné stanovisko (protože se zabývaly metodami, paleoklimatem apod.). Nenalezla však ani jediný článek, který by odmítal tvrzení, že současnou změnu klimatu způsobují lidé. Přestože vědecká komunita má v této otázce dávno jasno, média stále prezentují antropogenní příčinu klimatické změny jako kontroverzní téma.



Obr. 2: Porovnání tří případů přijetí vědeckých teorií odbornou komunitou a širokou veřejností. Na základě (Sherwood 2011).

Vážným problémem vědy o klimatu je skutečnost, že není objektivní. Očekávání vývoje klimatického systému se u většiny studií, jež jsou dobře reprezentovány zprávami IPCC, zásadním způsobem mýlí s realitou. Mnozí laici se domnívají, že varování vědců před globálním oteplováním a následky globální změny klimatu jsou příliš „alarmistická“. Tání arktického ledu, hydrátů metanu a další procesy pozorované v posledním desetiletí však dokazují, že věda o klimatu je ve svých předpovědích příliš konzervativní (Brysse et al. 2013). Změny jsou ve skutečnosti mnohem rychlejší, než vědci očekávali jen před několika málo lety. Na vědce totiž působí mnoho podnětů kulturních, sociálních, politických i osobních, které je nutí k tomu, by závěry svého výzkumu vědomě či nevědomě zmírňovali. Ve vědě o klimatu je zřejmá tendence k optimismu.

Vědci se nepříliš úspěšně pokoušejí sdělovat výsledky svého výzkumu veřejnosti a politikům. Články publikované ve vědeckém tisku jsou laikům špatně srozumitelné. Mezi znalostmi vědecké obce a široké veřejnosti je velká propast, kterou se nedaří překlenout. Jedním z problémů komunikace může být i to, že postup prezentování výsledků výzkumu v rámci odborné komunity je přesně opačný, než jak je třeba sdělovat informace veřejnosti (viz obr. 3). V odborných článcích vědci nejprve shromažďují podklady a podpůrné detaily, aby nakonec formulovali závěr. Při komunikaci s veřejností je nutné nejprve vyslovit pointu, následně předkládat argumenty a podpůrné detaily.



Obr. 3: Komunikační pyramida. Na základě (Somerville a Hassol 2011).

Velký problém v komunikaci představuje složitost klimatického systému. Vysvětlení jednoho dílčího jevu často není možné bez odkazu na další jevy a procesy, ale laik se v záplavě informací rychle začne ztrácet. Proto je nutné informace zjednodušovat, což může být na úkor faktické správnosti sdělení.

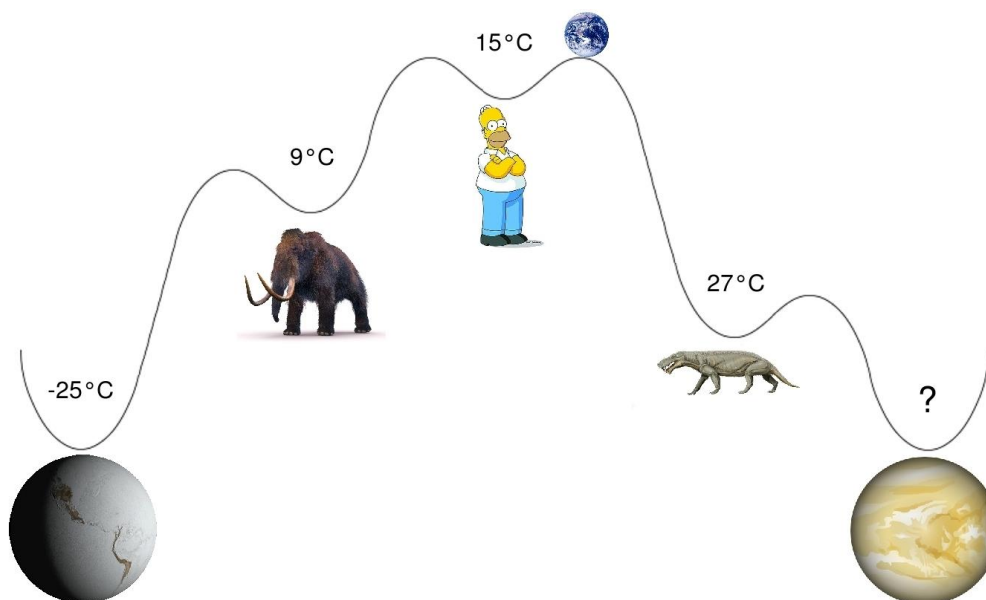
Čtenář, který se klimatickým systémem dosud nezabýval, by jistě uvítal stručné seznámení se základními fakty. **Pokusme se v deseti bodech shrnout, co je o klimatickém systému známo:**

1. *Klima znamená dlouhodobý režim počasí* nebo v širším smyslu *stav klimatického systému*.
2. *Klimatický systém* je velice složitý a dynamický systém zahrnující všechny zemské sféry.
3. Klimatický systém vědci zkoumají prostřednictvím (1) měření a pozorování, (2) modelování a (3) studia klimatické minulosti Země (paleoklimatologie).
4. Klimatický systém obsahuje mnoho zesilujících zpětných vazeb (tzn. čím je tepleji, tím více a rychleji se otepluje) a má velkou setrvačnost.
5. Klimatický systém obsahuje body zvratu, po jejichž dosažení dochází k nevratným změnám.
6. Klima je stabilní v určitých mezích. Pokud dojde k překročení mezí, klimatický systém poměrně rychle přejde do výrazně chladnějšího nebo teplejšího stavu. Země se vícekrát ocitla v těchto stavech: (1) globální zalednění, (2) doba ledová (3) doba meziledová, (4) žádný led.
7. Vlivem lidské činnosti (především spalování fosilního uhlíku) začal klimatický systém přecházet z „teplého“ do „horkého“ stavu, resp. z doby meziledové do stavu, kdy ani na pólech nebude žádný led.
8. Na základě analýzy paleoklimatu víme, že bezpečná koncentrace skleníkového plynu CO<sub>2</sub> v atmosféře nutná pro zachování klimatických podmínek holocénu určitě není větší než 350 ppm (tj. 0,0350 %). V roce 2015 dosáhla průměrná koncentrace CO<sub>2</sub> hodnoty 400 ppm a dále roste rychlostí více než 2 ppm za rok.
9. Za všemi velkými masovými vymíráními druhů byla globální změna klimatu. Ta byla v jednom případě nastartována dopadem asteroidu (před 65 miliony let), jindy byla primární příčinou zvýšená vulkanická činnost (emise CO<sub>2</sub>) a tání hydrátů metanu. Dnes bezprecedentní rychlostí emituje CO<sub>2</sub> člověk, ale v mnoha ohledech je současná situace analogická dřívějším klimatickým rozvrátům a masovým vymíráním. Nejčastěji vědci přirovnávají současnou situaci k období PETM před 55 miliony let



nebo k Permskému vymírání před 251 miliony let (šlo o dosud největší vymírání v historii Země).

10. Druh *Homo sapiens* existuje asi 200 000 let a zažil 2 doby ledové a 2 doby meziledové. Už během 21. století může klimatický systém přejít do stavu, jaký byl na Zemi naposledy před desítkami milionů let. S takovými podmínkami nemá člověk žádnou evoluční zkušenost, je tedy sporné, zda a do jaké míry bude schopen se adaptovat.



Obr. 4: Znáznornění metastabilních stavů klimatického systému Země.

### 3 Klimatická gramotnost

Ve vzdělávání o změně klimatu byl učiněn zásadní pokrok v roce 2007, když NOAA uspořádala seminář pro zástupce vědecké obce a odborníky na vzdělávání. Důležitým výstupem semináře bylo definování tzv. **klimatické gramotnosti**: („Climate Literacy: The Essential Principles of Climate Sciences“ 2009)

#### **Definice klimatické gramotnosti:**

„Klimatická gramotnost je porozumění klimatickým vlivům na člověka a společnost a vlivu člověka na klima.“

#### **Klimaticky gramotný člověk:**

- Rozumí základním principům všech aspektů zemského klimatického systému ovlivňujících stav klimatu.
- Umí shromažďovat informace o klimatu a počasí, a rozpozná důvěryhodnost zdroje informací k danému tématu.
- Komunikuje o klimatu a klimatické změně smysluplným způsobem.
- Dělá vědecky podložená a zodpovědná rozhodnutí v situacích souvisejících s klimatem.

### Oblasti klimatické gramotnosti

1. Život na Zemi byl formován klimatem, závisí na klimatu a ovlivňuje klima.
2. Klimatický systém poznáváme prostřednictvím pozorování a modelování.
3. Slunce je primárním zdrojem energie na Zemi.
4. Počasí a klima jsou výsledkem komplexních interakcí mezi zemí, oceánem, ledem a atmosférou.
5. Počasí a klima se liší podle času a místa.
6. Současná změna klimatu je způsobena především lidskými aktivitami.
7. Zemský klimatický systém je ovlivňován lidským rozhodováním, které je složité a zahrnuje ekonomické a sociální hodnoty.

V USA je od roku 2011 změna klimatu součástí **Rámcového programu přírodovědného vzdělávání** (A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas 2014), kde je problematika změny klimatu explicitně zastoupena v kapitole 7 – Vědy o Zemi a vesmíru. Požadavky na znalosti žáků jsou vymezeny následovně:

#### **Změna klimatu v americkém Rámcovém programu přírodovědného vzdělávání**

##### *Koncem 5. ročníku*

Jestliže se globální teplota Země bude nadále zvyšovat, životy lidí a dalších organismů budou ovlivněny mnoha různými způsoby.

##### *Koncem 8. ročníku*

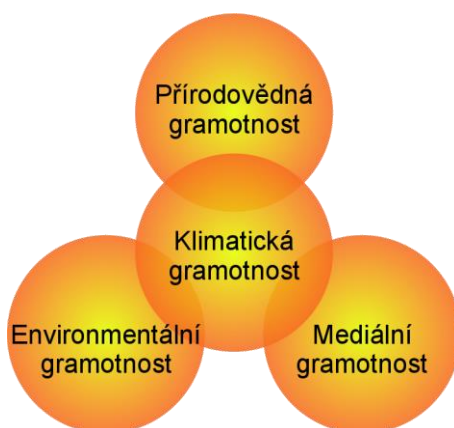
Lidské činnosti, jako je uvolňování skleníkových plynů při spalování fosilních paliv, jsou hlavními faktory v současném růstu průměrné teploty zemského povrchu (globální oteplování). Snížení zranitelnosti člověka vlivem nejrůznějších následků klimatické změny závisí na porozumění člověka vědě o klimatu, jeho technických dovednostech a dalších znalostech (jako např. pochopení lidského chování) a na rozumném uplatňování těchto znalostí při rozhodování a jednání.

##### *Koncem 12. ročníku*

Globální klimatické modely jsou často používány k pochopení procesu klimatických změn, protože tyto změny jsou komplexní a mohou probíhat pozvolna z pohledu historie Země. Ačkoliv dopady lidských činností jsou dnes větší, než kdy byly, stejně tak jsou větší schopnosti lidí modelovat, předvídat a čelit současným a budoucím dopadům. Prostřednictvím počítačových simulací a jiných studií vznikají důležité objevy o tom, jak oceán, atmosféra a biosféra interagují a mění se v důsledku lidských činností, a jak reagují na změny lidské činnosti. Proto věda a technika bude mít zásadní význam pro pochopení možných dopadů globální změny klimatu a pro informovaná rozhodnutí o tom, jak zmírnit rychlost změny klimatu a její následky pro lidstvo i pro planetu.

V Evropě je vzdělávání o změně klimatu nejednotné. Evropské státy se liší v přístupu ke vzdělávání o změně klimatu, v zastoupení tématu ve školské legislativě i v míře zavedení do výuky na školách. Snahy o vzdělávání o změně klimatu v ČR dosud spíše reflektují mediální kontroverznost tématu než skutečný stav vědeckého poznání. Školská legislativa se problematice vzdělávání o změně klimatu vyhýbá. Změna klimatu je zastoupena jen okrajově v Rámcovém vzdělávacím programu pro základní vzdělávání (RVP ZV) a Rámcovém

vzdělávacím programu pro gymnázia (RVP G), kde je zmíněna v rámci průřezového tématu Environmentální výchova. Zavedením RVP roku 2007 do českého vzdělávacího systému učitelé získali svobodu, ale také velkou zodpovědnost za výsledky vzdělávání. Striktní osnovy byly nahrazeny vzdělávacími oblastmi, které lze při dodržení jistého obsahového minima kreativně inovovat. Velký prostor pro výuku problematiky změny klimatu se otevřel v průřezových tématech, především v Environmentální výchově, Výchově k myšlení v evropských a globálních souvislostech a v Mediální výchově.



Obr. 5: Schéma znázorňující vztah klimatické gramotnosti k jiným typům gramotností.

Absenci oficiálních pokynů, jak o změně klimatu učit, se iniciativně snaží řešit různé neziskové organizace vlastními vzdělávacími programy, osvětovými akcemi a vydáváním výukových materiálů. Bohužel jde často o amatérské počiny, které ke zlepšení současného stavu příliš nepřispívají, pakliže přímo neškodí. Vznikají tak i projekty, jejichž obsah je v přímém rozporu s vědeckým poznáním a které tak vedou k prohlubování běžně rozšířených mýtů.

Téma globální změny klimatu veřejnost v mnoha zemích vnímá jako kontroverzní a zpolitizované. Vědecké instituce proto usilují o nápravu tohoto stavu a prostřednictvím nejrozličnějších programů podporují vzdělávání o změně klimatu na všech stupních škol. V tomto směru je velmi aktivní i americká NASA. V ČR je dobře znám mezinárodní Program GLOBE, který vznikl v roce 1995 právě z iniciativy NASA a který od samého počátku v ČR zajišťuje Sdružení TEREZA. V současnosti na Programu GLOBE participuje na 140 českých základních a středních škol.

Někteří učitelé zkoušejí problematiku změny klimatu zavádět do výuky tak, že rozdělí žáky na zastánce a odpůrce antropogenní změny klimatu a nechají je o problému diskutovat (např.: <http://clanky.rvp.cz/clanek/k/z/215/JE-SVET-V-OHROZENI.html/>). Na základě dostupných informací si žáci mají vytvořit vlastní názor a ten si pak obhájit v diskusi s ostatními. Jakkoliv tato metoda může být prospěšná pro osobnostní a sociální rozvoj žáků, z hlediska vzdělávání o globální změně klimatu může přinést více škody než užitku. Není žádoucí, aby si žáci na základě informací z médií vytvářeli názory, které jsou v rozporu se stavem vědeckého poznání. Tuto metodu lze zařadit až na závěr systematického vzdělávacího kurzu, jakmile se žáci v dané problematice dobře zorientují. Toho však nelze dosáhnout během několika vyučovacích hodin. Pokud se učitel přesto rozhodne tuto metodu zařadit, v první řadě by on sám měl být klimaticky gramotný, aby dokázal mylné informace přesvědčivě uvést na

pravou míru. Chce-li učitel primárně rozvíjet komunikativní kompetence žáků, doporučujeme zvolit raději úplně jiné téma.

Se stavem vědeckého poznání by měla být veřejnost seznamována prostřednictvím sdělovacích prostředků, které však často neusilují o vědecky korektní sdělení, ale o senzace. Kdo chce být o pokrocích ve vědě o klimatu dobře informován, nemůže spoléhat na běžná média. Nezbyvá, než aby člověk sám vyhledával relevantní vědecké informace z primárních zdrojů. Například pokud český deník otiskne zprávu, že jistí vědci publikovali v prestižním časopise Nature převratný objev, je potřeba na stránkách [www.nature.com](http://www.nature.com) vyhledat abstrakt onoho článku. Jestliže to uděláte, velmi často zjistíte, že někde na cestě od recenzovaného časopisu k českému čtenáři došlo k chybnému překladu, překroucení faktů nebo záměrné dezinformaci. Toho lze využít při výuce jazyků, práce s textem, mediální výchově apod. Učitel může dát žákům za úkol porovnat text abstraktu původního vědeckého článku nebo oficiální tiskové zprávy s textem z českých médií, který původní informaci chybně interpretuje.

Snad každé téma lze učit na různých typech škol, je však třeba vzdělávací obsah a metody přizpůsobit schopnostem žáků a studentů. Např. o Sluneční soustavě můžeme učit děti již v mateřské škole (třeba výtvarným ztvárněním planet), ale je to i náročné téma vysokoškolských kurzů na přírodovědeckých fakultách. Vysvětlit složité věci jednoduše je veliké umění. Někteří lidé mají tuto schopnost vrozenou, a mají tak nejlepší předpoklad stát se dobrými učiteli nebo popularizátory vědy. Transformovat vědecké poznání do přiměřeného vzdělávacího obsahu není snadné. Jak poznat, co je, a co není v určitém tématu důležité? Co můžeme vypustit a která informace je naopak klíčová? Americkým učitelům přispěla na pomoc společnost AAAS usilující o rozvoj přírodovědné gramotnosti (také vydává časopis Science), která v rámci „Projektu 2061“ vyvinula rozsáhlou sadu *pojmových map*. Ty mají pomoci učitelům při výuce mnoha různých komplexních témat z přírodovědných, technických a společenských oborů (AAAS Project 2061 2007). Pojmové mapy s podrobným komentářem byly vydány knižně jako „Atlas of Science Literacy“ [www.project2061.org/publications/atlas](http://www.project2061.org/publications/atlas), ale jsou dostupné i online <http://strandmaps.nsdl.org>. Relevantní pro změnu klimatu jsou mapy k tématům *Počasí a klima* [strandmaps.nsdl.org/?id=SMS-MAP-1698](http://strandmaps.nsdl.org/?id=SMS-MAP-1698) a *Koloběhy látek* [strandmaps.nsdl.org/?id=SMS-MAP-9001](http://strandmaps.nsdl.org/?id=SMS-MAP-9001). Informace jsou v mapách uspořádány do čtyř úrovní: 2. třída ZŠ, 3.–5. třída ZŠ, 2. stupeň ZŠ a SŠ. Logický vztah mezi informacemi je zobrazen šipkami, vyznačeny jsou i přesahy do jiných témat (resp. do jiných map). Online aplikace obsahuje také odkazy na příslušné doplňující zdroje informací, které se mohou učitelé hodit při přípravě na výuku. Tyto pojmové mapy jsou přenositelné i do českého prostředí a lze je českým učitelům doporučit k prostudování, uspořádání vlastních myšlenek a pro použití v učitelské praxi.

Při zavádění tématu změny klimatu do stávajícího vzdělávacího systému **je třeba počítat s nutností neustálé inovace vzdělávacího obsahu**. Podobnou situaci, která vznikla z potřeby začlenit do výuky rychle se rozvíjející informační a komunikační technologie, se podařilo vyřešit. Od učitelů informatiky se však automaticky očekává, že se budou sami vzdělávat a sledovat technologický vývoj. Do přírodovědných předmětů na ZŠ a SŠ dnes stačí vnášet jen velmi málo nových poznatků, aby byl obraz stavu vědeckého poznání v daných oborech aktuální. Např. ve fyzice dnes učíme téměř to samé co před 10 nebo 20 lety, dokonce velká část obsahu předmětu fyzika na ZŠ je totožná s fyzikou 19. století. Věda o klimatu má také své kořeny v 19. století, ale mnoho zásadních objevů bylo učiněno teprve nedávno. Dnešní učitel tak nemůže spoléhat, že mu někdo připraví a poskytne výukové materiály, se kterými vystačí příštích 20 let. Je nezbytné, aby učitelé investovali svůj čas a v problematice změny



klimatu se dobře zorientovali. Dále je třeba sledovat nové objevy ve vědě o klimatu (z kvalitních zdrojů) a výuku pak průběžně aktualizovat.

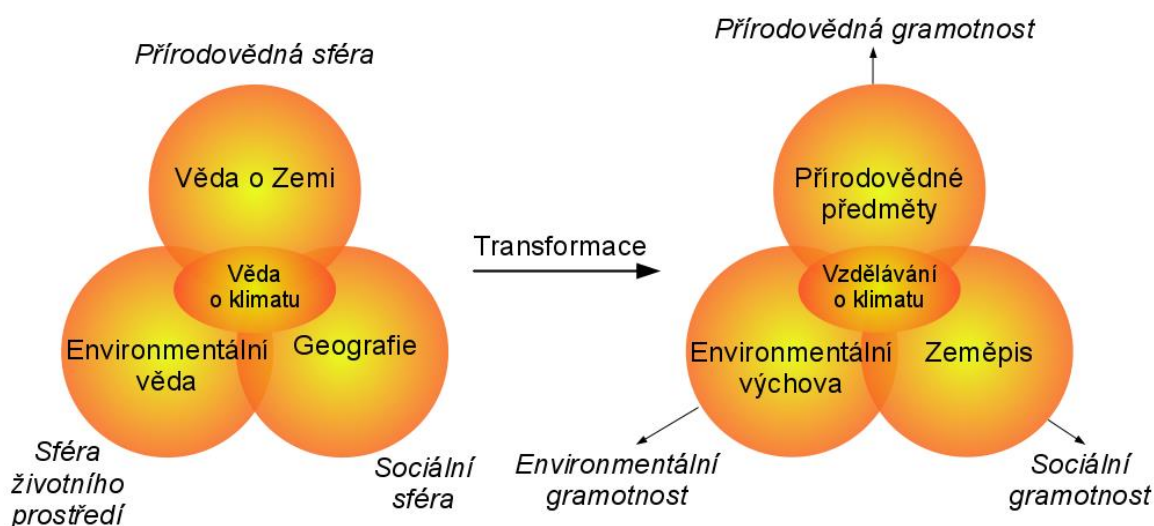
## 4 Transformace vědy o klimatu do výuky

Za současného stavu lze o klimatické změně na českých školách vyučovat tak, že se toto vysoce komplexní téma rozptýlí do více předmětů (diferenciační přístup), což je neefektivní, protože žáci nejsou schopni si informace sami uspořádat, nebo může být vyučováno v rámci volitelného předmětu přírodovědného a environmentálního zaměření (integrační přístup) (Milěř 2012). Třetí možností je začlenění tématu adaptace na dopady změny klimatu do výuky Ochrany člověka za mimořádných událostí.

### 4.1 Diferenciační přístup

Obsah systému vědy o klimatu navrhujeme transformovat do didaktického systému pro výuku na ZŠ následovně: 1. Oblast vědy o Zemi zastoupí na ZŠ přírodovědné předměty fyzika, chemie a biologie, 2. Oblast environmentální vědy zastoupí průřezové téma environmentální výchova, a 3. Geografie zahrnující sociální sféru dané problematiky bude na ZŠ realizována prostřednictvím předmětu zeměpis. Stávající oborové didaktiky dostatečně nereflektují integrační tendence systému vědních oborů. Neexistuje *didaktika vědy o klimatu*, která by problematiku výuky o změně klimatu systematicky řešila. Vybraných témat se však mohou oficiálně ujmout jednotlivé oborové didaktiky. Pod *didaktiku fyziky* by spadala fyzika klimatu (fyzikální základy fungování klimatického systému), *didaktika chemie* by se zabývala koloběhy látek (především uhlíku), okyselováním oceánů atd., *didaktika biologie* ztrátou biodiverzity, migrací živočichů a rostlin atd., *didaktika geografie* posunem klimatických pásů, migrací lidí atd.

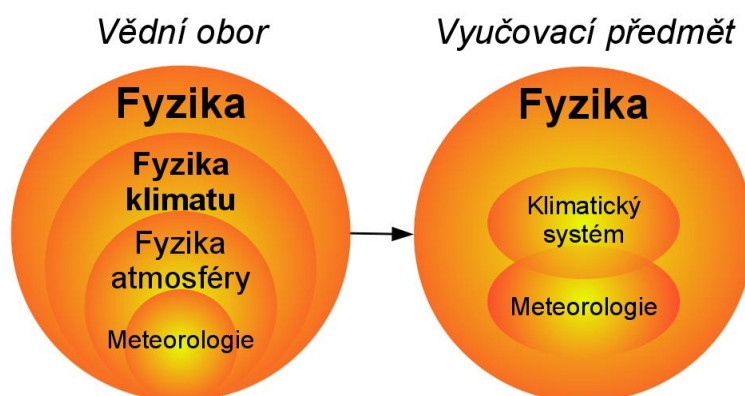
Nevýhodou diferenciačního přístupu je potřeba soustavné spolupráce klimaticky gramotných učitelů, kteří musí výuku změny klimatu v různých předmětech dobře koordinovat. Otázkou zůstává, kolik žáků by si rozptýlené poznatky dokázalo v hlavě pospojovat v konzistentní systém.



Obr. 6: Schématické znázornění transformace vědy o klimatu na didaktický systém.  
Diferenciační přístup spočívá v rozptýlení učiva do stávajících předmětů.

Možné rozdělení okruhů učiva do přírodovědných předmětů:

- Fyzika: Klimatický systém, Meteorologie
- Chemie :Chemie atmosféry, oceánů a půdy, Antropogenní znečištění
- Přírodopis: Evoluce a podmínky života, Fenologie
- Zeměpis: Zemské sféry, Společnost
- Společná témata: Koloběhy látek, Metody zkoumání, Adaptace a mitigace



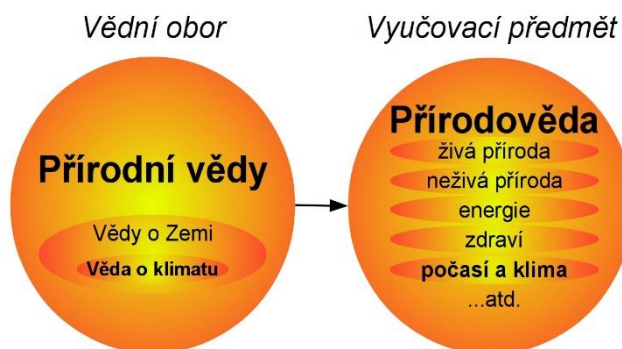
Obr. 7: Znárodnění přenosu fyzikálního obsahu vědy o klimatu do předmětu Fyzika.

Níže předkládáme v tabulce vybrané jevy a procesy, které zastávají důležitou roli ve fungování klimatického systému. Ve spodní části tabulky jsou příslušné výzkumné metody. Tečkou je označena příslušnost témat k oborům (resp. vyučovacím předmětům) fyzika, geografie, chemie a biologie. Všechna témata lze diskutovat z geografického hlediska, jelikož je můžeme vztáhnout k určitému místu na Zemi. Fyzická geografie řeší konkrétní procesy klimatického systému. Pro každý z přírodovědných oborů je možné najít nějakou spojitost s každým tématem v seznamu. Označeny jsou primárně vztahy významné z hlediska mechanismu klimatického systému. Např. voda je jistě chemická látka nezbytná pro život, ovšem koloběh vody ve vztahu ke klimatickému systému má význam z hlediska změny skupenství, energetických toků, skleníkového efektu vodní páry, odrazivosti sněhu apod., což jsou procesy fyzikální. Proto je zde koloběh vody přiřazen k fyzice, nikoliv k chemii a biologii. Aerosoly z hlediska jejich vzniku přísluší k chemii i biologii, ovšem pro klimatický systém je podstatný jejich vliv na energetickou bilanci Země (oxidy síry stíní sluneční záření, saze zadržují IR záření a snižují albedo ledu). Některá témata nelze přiřadit jednoznačně k tomu či onomu oboru. Zpracovanou tabulku je třeba chápat jako výchozí návrh pro rozdělení učiva o klimatickém systému do přírodovědných předmětů.

	F	G	Ch	B
skleníkový jev	•	•	•	
okyselování oceánů	•	•	•	•
příčiny střídání ročních období	•	•		
rozdíl mezi počasím a klimatem	•	•		
extrémy počasí	•	•		
příčiny klimatických změn v minulosti	•	•		
uhlíkový cyklus	•	•	•	•
koloběh vody	•	•		
toky energií v zemském systému	•	•	•	•
základní podmínky života	•	•	•	•
sluneční záření (energie, spektrum)	•	•		•
odrazivost povrchů (albedo)	•	•		
ozónová vrstva	•	•	•	
fosilní zdroje energie	•	•	•	•
složení atmosféry	•	•	•	•
aerosoly	•	•	•	•
proudění vzduchu	•	•		
oceánské proudy	•	•		
tání ledovců	•	•		
růst hladiny oceánů	•	•		
zpětné vazby, body zvratu, domino efekt	•	•	•	•
teplotní a slanostní stratifikace oceánů	•	•		
ekosystémy		•		•
biomy		•		•
populační růst		•		•
využívání a degradace půdy	•	•	•	•
odlesňování		•		•
biodiverzita		•		•
meteorologická měření	•	•		
fenologická pozorování		•		•
dálkový průzkum Země	•	•	•	•
rekonstrukce paleoklimatu	•	•	•	•
modelování	•	•	•	•

## 4.2 Integrovaný přístup

V mnoha zemích je dlouhodobě realizována výuka **integrované přírodovědy**, která lépe vystihuje jednotnou podstatu přírody. Je možné, že někdy v budoucnosti i u nás dojde na druhém stupni ZŠ k integraci přírodovědných předmětů na předmět Přírodověda. Změna klimatu by pak mohla tvořit jednu z kapitol v učebnici Přírodovědy a s tímto tématem by se pak žáci seznamovali ve všech ročnících 2. stupně ZŠ, případně SŠ. Zavedením vzdělávací oblasti *Člověk a příroda* dal Rámcový vzdělávací program zelenou integraci přírodovědných předmětů, školy však nadále pokračují v realizaci výuky v rámci osvědčeného systému přírodovědných předmětů, pro něž mají kvalifikované učitele i kvalitní učebnice.



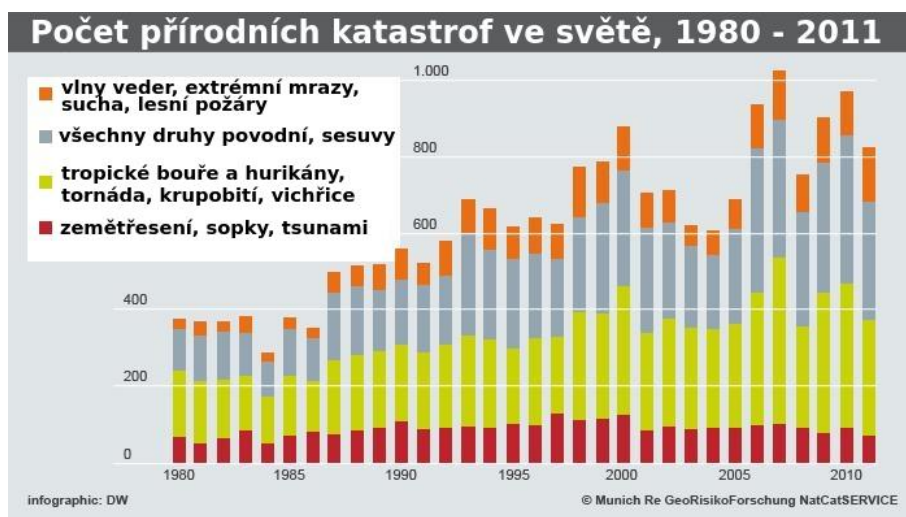
Obr. 8: Znáznornění transformace vědy o klimatu do integrovaného předmětu Přírodověda.

RVP umožňuje školám vyhradit disponibilní hodiny na **volitelný předmět**, kde lze již dnes téma změny klimatu vyučovat komplexně. Motivací k tomuto kroku může být potřeba splnění průřezových témat, s jejichž realizací si častokrát školy nevedí rady. Na základní škole v Brně byl odzkoušen volitelný předmět s náplní – 7. ročník: Meteorologie (praktická měření a pozorování, práce s daty), 8. ročník: Klima (jak funguje klimatický systém), 9. ročník: Změna klimatu (dopady na společnost, adaptace a mitigace) (Milář 2012; Milář a Sládek 2011). Takový systém dobře respektuje schopnosti a stav znalostí žáků a mezipředmětové vazby v rámci stávajícího vzdělávacího systému. Výhodou je, že škole stačí jeden klimaticky gramotný učitel a organizace výuky je poměrně málo náročná. Bohužel dosud neexistuje vhodná učebnice k dané problematice. Předmět lze zaštitit Programem GLOBE, který ponechává učitelům dostatek prostoru pro vlastní invenci, přičemž lze využívat metodické materiály a podporu Sdružení TEREZA (viz [www.terezanet.cz](http://www.terezanet.cz)). Nevýhodou je, že výukou budu dotčeni jen žáci, kteří si volitelný předmět vyberou. Ideální by byl povinný předmět (třeba jen v redukované podobě) kterým by všichni žáci museli projít. Takový předmět by neměl vzniknout na úkor stávajících předmětů, ale časovou dotaci lze vzít z disponibilních hodin.



### 4.3 Integrace adaptace na změnu klimatu a ochrany obyvatelstva

Vlivem změny klimatu došlo za posledních 30 let k výraznému nárůstu počtu a intenzity přírodních katastrof ve světě. Vědci očekávají, že tento trend bude pokračovat i v příštích desetiletích.



Obr. 9: Výskyt přírodních katastrof ve světě.

Před rokem 1989 existovala v systému vzdělávání tzv. „branná výchova“, která měla připravovat občany na možná ohrožení. Branná výchova však byla po revoluci bez náhrady zrušena, což se ukázalo jako velká chyba. Impulzem k přehodnocení situace byly velké povodně v roce 1997 a 2002. Branná výchova se postupně vrací do škol s novým obsahem i názvem – Ochrana člověka za mimořádných událostí (OČMU) především díky úsilí Generálního ředitelství Hasičského záchranného sboru a Ministerstva vnitra. Téma OČMU se začalo zavádět do výuky na ZŠ a SŠ na základě Pokynu Ministerstva školství, mládeže a tělovýchovy k začlenění tematiky ochrany člověka za mimořádných situací do vzdělávacích programů (č.j. 34776/98-22 ze dne 4. května 1999). OČMU se v rámci reformy školství dostala do Rámcových vzdělávacích programů (RVP) a v roce 2013 bylo toto téma v textu inovovaných RVP výrazně posíleno (MŠMT 2013; Pleskot 2013). Klimatické změny však zůstávají v RVP ZV stále jen okrajovým tématem. V současnosti se objevují snahy, aby OČMU byla na základních školách vyučována jako samostatný povinný předmět. Tyto snahy bohužel zatím narážejí na odpor. Je smutné, že k akceptování potřeby povinného předmětu OČMU ze strany MŠMT, odborné pedagogické obce i široké veřejnosti přiměje snad jen opravdu velká živelní pohroma.

Na základních a středních školách stále chybí kvalifikovaní učitelé, kteří by OČMU měli vyučovat. Tento stav má napravit usnesení Bezpečnostní rady státu dne 23. srpna 2011 č. 25 – Začlenění tematik „Ochrana člověka za mimořádných událostí, péče o zdraví a dopravní výchova“ do studijních programů pedagogických fakult (HZSČR 2011). V současnosti je zaváděna výuka tématu OČMU na PdF MU v Brně, ale i na dalších pedagogických fakultách v ČR.

Na mezinárodní úrovni i v rámci jednotlivých států jsou plánovány a zaváděny koncepce adaptace na změnu klimatu (CCA) a snižování rizika katastrof (DRR). Tyto koncepce se v mnohém překrývají, proto je rozumné a efektivní realizovat je společně, aby nedocházelo ke

zdvojování určitých opatření nebo aby si nekonkurovaly instituce a organizace, které danou problematiku řeší. I v oblasti vzdělávání by bylo vhodné výuku obou témat sladit, nebo ještě lépe sloučit. UNESCO doporučuje integrovat vzdělávání o změně klimatu a vzdělávání ke snižování rizika katastrof jako součást širšího rámce vzdělávání pro udržitelný rozvoj (viz obr. 10). Vzdělávání o změně klimatu a rizicích katastrof lze ale pojmout i v rámci všeobecné přírodovědné gramotnosti nebo v rámci vzdělávání o Zemském systému.



Obr. 10: Znázornění vztahu „vzdělávání o adaptaci na změnu klimatu“ a „vzdělávání o ochraně člověka za mimořádných událostí“ v rámci širšího konceptu „vzdělávání pro udržitelný rozvoj“.

## 5 Shrnutí

Věda o klimatu je vysoce komplexní a k jejímu pochopení je třeba syntézy mnoha informací z různých vědních oborů. Věda o klimatu, jenž má dlouhou historii, se posledních desetiletích rozvinula v robustní vědu maximálně využívající matematický aparát a moderní technologie. Obrovské množství dat z pozemních a satelitních měření je zpracováváno na superpočítačích. Výsledky jsou pak průběžně publikovány v nejlepších vědeckých časopisech (Nature, Science, PNAS) i v recenzovaných časopisech specializovaných na výzkum změny klimatu (např. Nature Climate Change, Climatic Change). Systém vzdělávání by měl reflektovat stav vědeckého poznání, ale přenosu poznatků vědy o klimatu do školních lavic dosud nedošlo. Vzdělávat o změně klimatu je přitom nesmírně důležité, protože změna klimatu bude čím dál více ovlivňovat chod společnosti i životy jednotlivců. Příští generace se budou muset alespoň pokusit na změnu klimatu adaptovat.

Na pedagogických fakultách dosud chybí systematická příprava budoucích učitelů, která by cíleně směřovala k jejich klimatické gramotnosti. Málokterý učitel se cítí být silný v kramflecích v oborech, které nestudoval, a nemá pro ně aprobaci. Je však možné, aby již dnes *učitel fyziky* učil základy fungování klimatického systému (např. zpětné vazby, body zvratu), *glaciologii* a *meteorologii*, *učitel chemie* problematiku koloběhů látek a znečištění ovzduší, *učitel biologie* stabilitu ekosystémů a vymírání druhů a *učitel geografie* by měl být schopen postihnout přírodovědně-spoolečenské aspekty změny klimatu.

V článku jsme představili tři možnosti, jak lze v českém prostředí problematiku změny klimatu systematicky zavádět do vzdělávacího systému: (1) *Diferenciační přístup* znamená rozptýlit učivo do již existujících předmětů. Tento přístup vyžaduje klimatickou gramotnost

učitelského týmu, který bude výuku koordinovat a učivo průběžně aktualizovat. Má-li být formální vzdělávání o změně klimatu efektivní, podmínkou je dobrá spolupráce kantorů, která v praxi ne vždy funguje. (2) *Integrační přístup* respektuje mezioborovost změny klimatu a umožňuje transformovat vědu o klimatu jako celek do didaktického systému samostatného předmětu nebo jako kapitoly integrované přírodovědy. Integrační přístup je organizačně jednodušší a vyžaduje jen jednoho klimaticky gramotného učitele na školu. Problémem může být neochota ředitelů škol vyčlenit pro samostatný předmět časovou dotaci. (3) *Integrace změny klimatu a OČMU* – Především vlivem intenzivnějších živelních pohrom byla Ochrana člověka za mimořádných událostí byla akceptována jako téma, které je třeba do vzdělávání zavádět a posilovat. Je vhodné OČMU od začátku vyučovat v kontextu klimatické změny a adaptace na její dopady.

Výše uvedené přístupy mají své výhody i nevýhody, ale možné jsou i jejich kombinace. Důležitou otázkou je, v jakém rozsahu je třeba změnu klimatu vyučovat a koho. Domníváme se, že s problematikou adaptace na dopady změny klimatu by měla být seznámena široká veřejnost. Adaptace by proto měla být povinným tématem na základních školách. Výuka fungování klimatického systému a dalších poznatků vědy o klimatu by měla být nabízena žákům ZŠ alespoň jako volitelný předmět, ale měla by být povinná na gymnáziích.

## 6 Zdroje informací

- [1] AAAS PROJECT 2061, 2007. *Communicating and Learning About Global Climate Change* [online]. 2007. Dostupné z: <http://goo.gl/T2Gg6>
- [2] ANON., 2009. *Climate Literacy: The Essential Principles of Climate Sciences* [online]. březen 2009. B.m.: U.S. Global Change Research Program. [vid. 20. březen 2013]. Dostupné z: <http://www.globalchange.gov/resources/educators/climate-literacy>
- [3] ANON., 2012. *A Framework for K-12 Science Education: Practices, Crosscutting Concepts, and Core Ideas* [online]. Washington, D.C.: The National Academies Press [vid. 4. březen 2014]. Dostupné z: [http://www.nap.edu/catalog.php?record\\_id=13165](http://www.nap.edu/catalog.php?record_id=13165)
- [4] BRYSSSE, Keynyn, Naomi ORESKES, Jessica O'REILLY a Michael OPPENHEIMER, 2013. Climate change prediction: Erring on the side of least drama? *Global Environmental Change* [online]. 2., roč. 23, č. 1, s. 327–337 [vid. 30. leden 2013]. ISSN 0959-3780. Dostupné z: doi:10.1016/j.gloenvcha.2012.10.008
- [5] HZSČR, 2011. *Začlenění tématik „Ochrana člověka za mimořádných událostí, péče o zdraví a dopravní výchova“ do studijních programů pedagogických fakult* [online] [vid. 19. březen 2014]. Dostupné z: <http://goo.gl/tqbeVR>
- [6] MILÉŘ, Tomáš, 2012. *Meteorologie a klima ve výuce fyziky na základní škole* [online]. Olomouc. Disertační práce. Univerzita Palackého. Dostupné z: [http://amper.ped.muni.cz/miler/climateliteracy/DP/DP\\_miler\\_metKlim.pdf](http://amper.ped.muni.cz/miler/climateliteracy/DP/DP_miler_metKlim.pdf)
- [7] MILÉŘ, Tomáš a Petr SLÁDEK, 2011. The climate literacy challenge. *Procedia - Social and Behavioral Sciences* [online]. roč. 12, s. 150–156 [vid. 27. březen 2013]. ISSN 1877-0428. Dostupné z: doi:10.1016/j.sbspro.2011.02.021

- [8] MŠMT, 2013. *Upravený Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání platný od 1. 9. 2013* [online] [vid. 24. březen 2014]. Dostupné z: <http://goo.gl/M8T6WH>
- [9] ORESKES, Naomi, 2004. The Scientific Consensus on Climate Change. *Science* [online]. 12.3., roč. 306, č. 5702, s. 1686–1686 [vid. 20. březen 2013]. ISSN 0036-8075, 1095-9203. Dostupné z: doi:10.1126/science.1103618
- [10] PLESKOT, Robert, 2013. *Podklady k výuce témat ochrany člověka za běžných rizik a mimořádných událostí v základních školách* [online]. [vid. 24. březen 2014]. Dostupné z: <http://goo.gl/xwLAvp>
- [11] SHERWOOD, Steven, 2011. Science controversies past and present. *Physics Today* [online]. roč. 64, č. 10, s. 39 [vid. 22. prosinec 2011]. ISSN 00319228. Dostupné z: doi:10.1063/PT.3.1295
- [12] SOMERVILLE, Richard C. J. a Susan Joy HASSOL, 2011. Communicating the science of climate change. *Physics Today* [online]. 3.10., roč. 64, č. 10, s. 48–53 [vid. 19. prosinec 2014]. ]. ISSN 0031-9228, 1945-0699. Dostupné z: doi:10.1063/PT.3.1296