

TESTOVÁNÍ ÚROVNĚ ZNALOSTÍ O ZMĚNÁCH KLIMATU

KOPP, J., BERÁNKOVÁ, L. (2012): Testing Knowledge about Climate Change – Informace ČGS, 31, 1, pp. 18–29. – The paper presents results of a test measuring knowledge about climate change. The theoretical portion discusses general student misconceptions. We have tested 521 students altogether; 321 respondents were secondary school participants in the Geographical Olympiad. The rest of the respondents were university students. The results show a low level of knowledge concerning questions about the greenhouse effect and misunderstandings regarding scientific units.

KEY WORDS: knowledge level – climate changes – geographical education – Geographical Olympiad.

Děkujeme organizátorům okresních kol Zeměpisné olympiády v roce 2010, kteří zaslali souhrnné vyhodnocení odpovědí ke zpracování výzkumu.

Výzkum vznikl za podpory grantu Západočeské univerzity v Plzni SGS-2010-051 Odras environmentálních vlivů ve výuce přírodních věd.

Úvod

Problematika klimatických změn patří mezi aktuální společenská témata. Klimatickým systémem a jeho interakcemi s činností člověka se zabývá řada vědeckých výzkumů. Výsledky výzkumů jsou přes média interpretována veřejnosti, na základě interpretací také volí politici nástroje k řešení možných problémů. Nelze zastírat, že názory vědců a politiků na některé otázky změny klimatu nejsou jednotné. Vzhledem k zásadně skeptickým názorům prezidenta České republiky na existenci antropogenního vlivu na klimatické změny (Klaus 2007) jsou u nás veřejnosti dobře dostupné informace z celého spektra názorů. V této situaci je nezbytné, aby školní vzdělávání poskytlo žákům a studentům dostatečné základy znalostí o klimatických změnách, a to v tématech, která jsou nesporná. Mezi takové znalosti patří zejména přírodovědné učivo o vývoji Země, o vlastnostech základních složek klimatického systému nebo o fungování skleníkového efektu. Uvedená témata jsou řazena do vzdělávací oblasti Člověk a příroda, přičemž nezastupitelnou roli zde má školská geografie. Učivo geografie obsahuje poznatky o všech složkách klimatického systému a uceleně se věnuje problematice klimatu (viz RVP pro gymnázia 2007). Nespornou výhodou geografie je také interdisciplinární přesah do oborů společenskovedních a ekonomických. Výuka geografie, spolu s průřezovým tématem environmentální výchova, se tak ve škole stává vhodnou platformou učitelem moderované diskuze o klimatických změnách. V diskuzích a jednáních studentů se nepochybně uplatňují jejich postoje, zejména postoje environmentální (podrobněji Matějček 2010). Podle poznatků kognitivní psychologie (Winter, Koger 2009) může nevhodné environmentální chování pramenit z nedostatečných, zkreslených nebo chybějících informací.

Motivace a cíle výzkumu

Tvorba soutěžních úloh pro Zeměpisnou olympiádu v letech 2008–2012 přinesla zainteresovaným členům katedry geografie Západočeské univerzity v Plzni řadu zkušeností. V roce 2010 jsme se rozhodli vyhodnotit malou část testu z okresních kol kategorie D týkající se problematiky klimatické změny, což umožnilo pracovat s reprezentativním vzorkem studentů s předpokládanými kvalitními znalostmi geografie. Abychom mohli porovnat zjištěné znalosti, použili jsme stejný test i pro skupinu studentů Fakulty pedagogické bez konkrétní studijní specializace na uvedenou problematiku. Druhým podnětem výzkumu byla příprava kurzu dalšího vzdělávání učitelů v projektu ESF „Využívání informačních technologií v environmentálním vzdělávání“, řešeného v letech 2010–2012.

Naším cílem bylo zjistit úroveň a hloubku znalostí souvisejících s problematikou změn klimatu. Znalosti zde chápeme v širším významu slova, zahrnujícím nejen poznatky, ale též schopnosti tyto poznatky použít (Průcha, Walterová, Mareš 2008). Zároveň jsme chtěli zjistit obtížnost jednotlivých otázek a také porovnat úroveň znalostí mezi různými skupinami studentů, lišícími se studijním zaměřením, věkem nebo pohlavím. Otázkami zde rozumíme jednotlivé položky testu, formulované jako výběr možností správného dokončení tvrzení. Formulace otázek jsou uvedeny v grafech 1 a 2.

Rozbor miskoncepce

Cílem výzkumu bylo částečně odkrýt chybné představy studentů, abychom mohli navrhovat vhodné nástroje výuky. Přehled nástrojů a vlastní návrhy výukových celků uvádějí podrobněji diplomové práce Beránkové (2011) a Štrose (2011). Chybné či nepřesné pojetí učiva se zpravidla označuje jako miskoncepce (mylná představa) a bývá poměrně obtížné ji odstranit (podrobněji např. Doulík, Škoda 2010). Způsob našeho testování bohužel neumožnil zjistit, jak miskoncepce vznikají. Vzhledem k četnosti informací o klimatických změnách v médiích a knižních publikacích však lze předpokládat, že vliv školní výuky se zde odráží pouze dílčím způsobem. Podíl školy na předávání informací o klimatické změně ilustrativně dokládá tab. 1, která vychází z empirických šetření různých autorů.

Pro naše podmínky provedl nejpodrobnější průzkum Štros (2011), který pro výzkum zvolil 270 žáků pražských škol od 7. třídy ZŠ po 2. ročník SŠ. Tabulka umožňuje srovnat relativní počty žáků uvádějících využívání jednotlivých zdrojů informací o klimatických změnách. Přestože nebyly průzkumy provedeny ve stejném období, ani ve stejné zemi, je vidět velký význam vlivu médií, především televize a internetu. Internet slouží nejen jako informační kanál, ale také jako bohatý zdroj výukových materiálů nebo v širším smyslu jako efektivní nástroj e-learningu (Voženílek, Jílková, Tolasz a kol. 2010). Při využití informací z médií ovšem hrozí studentům nekritické přebírání názorů a zkreslených informací. V této souvislosti je třeba uvést důležitý fakt, že se klimatologové a ekonomové odlišují v dovednostech zprostředkovat své poznatky širší veřejnosti (Voženílek, Jílková, Tolasz a kol. 2010). Klimatologové informují o výsledcích svého výzkumu mnohdy s využitím terminologie málo srozumitelné

Tab. 1 – Relativní počty žáků využívající jednotlivé zdroje informací o klimatických změnách podle různých průzkumů

| zdroje informací | Británie 1991 (Boon 2009) % | Austrálie 2008 (Boon 2009) % | Česko 2009–10 (Štros 2011) % | Česko 2008 (Beránková 2009) % |
|---------------------|-----------------------------------|------------------------------------|------------------------------------|-------------------------------------|
| rodiče | 40 | 43 | 20 | 16 |
| televize | 90 | 68 | 72 | 89 |
| rádio | 24 | 24 | 11 | neuv. |
| knihy a časopisy | 64 | 41 | časopisy 16 encyklopedie 6 | 18 |
| přátelé | 36 | 28 | neuv. | 11 |
| internet | 0 | 49 | 39 | 72 |
| škola | 50 | 83 | 36 | 45 |
| ostatní | 16 | 5 | noviny 32 | neuv. |

Pozn.: Žáci mohli ve výzkumech uvádět i více zdrojů.
Zdroje: Boon (2009), Štros (2011), Beránková (2009).

veřejnosti. V našem testu byla k dílčímu ověření tohoto předpokladu zadána například otázka na vysvětlení zkratky ppm.

Z rozboru výzkumů zabývajících se formováním znalostí o klimatické změně vyplývá zejména obtížnost pochopení fyzikálního principu skleníkového efektu. Na základě výzkumu řeckých žáků 5. a 6. tříd odvodili Koulaidis a Christidou (1999) existenci šesti myšlenkových modelů a návrh, jak s nimi pracovat při vyučování. Americký výzkum (Shepardson a kol. 2011) dospěl po vyhodnocení 225 kreseb a vysvětlení žáků amerických 7. tříd k pěti kategoriím myšlenkových modelů. I když je mezi oběma výzkumy více než desetiletý rozestup, vytvořené modely jsou u obou výzkumů podobné. Díky modelům můžeme lépe pochopit, jak mylné představy vznikají a kde je prostor k vylepšení výuky. Jednotlivé miskoncepce (mylné představy) dále stručně popisujeme:

a) Nevhodný výklad skleníkového efektu podle fungování skleníku

Podle mylných představ žáků funguje skleníkový efekt jako skleník, po kterém je pojmenován. Ve skutečnosti se princip ohřívání liší. Zatímco skleníkové plyny pohlcují dlouhovlnné vyzařování Země a energii vyzařují částečně zpět k zemskému povrchu, skleníky se oteplují, protože sklo brání ohřátému vzduchu stoupat.

b) Záměna přirozeného a antropogenně podmíněného zesílení skleníkového efektu

Žáci a studenti si často neuvědomují, že skleníkový efekt je přirozený jev, bez něhož by nebyl život na planetě Zemi možný. V dotazníkovém šetření studentů plzeňských středních škol (Beránková 2009) pouhých 3 % dotazovaných uvedla, že bez skleníkového efektu by na Zemi nebyl možný život tak, jak jej známe. Další 70 % dotazovaných uvádělo pouze negativní dopady skleníkového efektu, dokonce se vyskytly dopady nesprávně formulované jako „znečištěné ovzduší“ a „zvětšování ozonových děr“.

c) Nedostatečná znalost skleníkových plynů

U žáků a studentů jsou obecně nedostatečné znalosti související se skleníkovými plyny. Citované výzkumy (Shepardson a kol. 2011, Koulaidis a Christidou 1999, Štros 2011) potvrzují, že žáci mají tendence přiřazovat ke skleníkovému

efektu pouze oxid uhličitý a opomíjet ostatní. Někteří žáci považují polutanty (například SO_2) za plyny a látky způsobující skleníkový efekt (viz otázka C). Z průzkumů vyplývá, že na toto mylné pojetí navazuje širší myšlenkový koncept. Na základě průzkumu odhalili Koulaidis a Christidou (1999) jeden nesprávný myšlenkový model postavený na tom, že žáci popisují skleníkový efekt jako „určitý typ znečištění ovzduší, který je způsobený různými plyny produkovanými lidmi“.

d) Nevhodné propojování skleníkového efektu s problematikou ozonové vrstvy

Složitost environmentálních problémů často způsobuje jejich nevhodné propojování. Skleníkový efekt bývá nejčastěji mylně spojován s ozonovou vrstvou a jejím zeslabováním. V některých případech žáci nesprávně uvádějí (Shepardson a kol. 2011), že oteplování vzniká, protože skrz ozonové díry proniká na Zemi více sluneční energie. Dokonce se může objevit i představa, že „skleníkové plyny ničí ozón, a tak dochází k oteplování“ (Beránková 2009). V představách žáků není rozlišován troposférický ozon (též radiačně aktivní) a stratosférický ozon (ozonosféra).

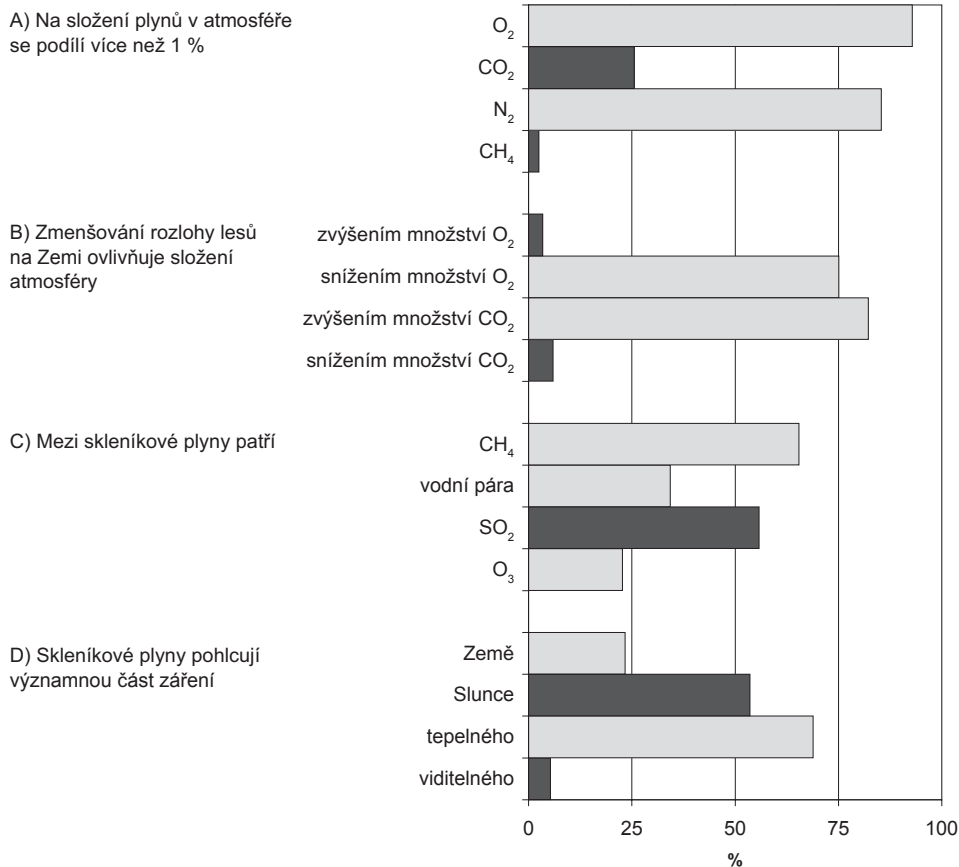
e) Nerozlišování druhů záření

Žáci bohužel nerozlišují mezi zářením přicházejícím ze Slunce a tepelným zářením, které vydává Země (Koulaidis a Christidou 1999). Ze všech myšlenkových modelů vyplývá, že žáci nevědí, co se děje se zářením při průchodu atmosférou. Nejčastěji žáci nevhodně popisují, že se paprsky odrážejí od Země či od vrstvy plynů. Je tedy patrné, že si neuvědomují, že značná část záření je přijímána povrchem, případně se část energie uplatní při výparu. Na zakotvení mylné představy o vlivu skleníkového efektu na sluneční záření odražené od zemského povrchu se podílí vesměs zjednodušené obrázky ve výukových materiálech, které nerozlišují typy záření ani grafickým provedením čar.

Metodika výzkumu

K reprezentativnímu výzkumu byla využita část testu sestaveného autory pro okresní kolo Zeměpisné olympiády kategorie D, konané v Česku v 17. 3. 2010. Pro okresní kolo, test bez použití atlasu, bylo předem vyhlášeno téma fyzická geografie se zaměřením na atmosféru. Soutěžící v jednotlivých okresech pracovali za stejných podmínek, definovaných organizátory. Vzhledem k tomu, že byly hodnocené otázky zařazeny jako první, časově nenáročný úkol celého testu, byly odpovědi soutěžících vypracovány relativně bez nadměrného časového stresu. V zadání testu bylo výslovně uvedeno, že je třeba vybrat jednu nebo více správných možností dokončení. Z tohoto důvodu bylo v testu zároveň vysvětleno bodování, kdy za každý správný výběr získali studenti 1 bod, za nesprávný výběr ztratili 0,5 bodu, s minimem 0 bodů za každou otázku.

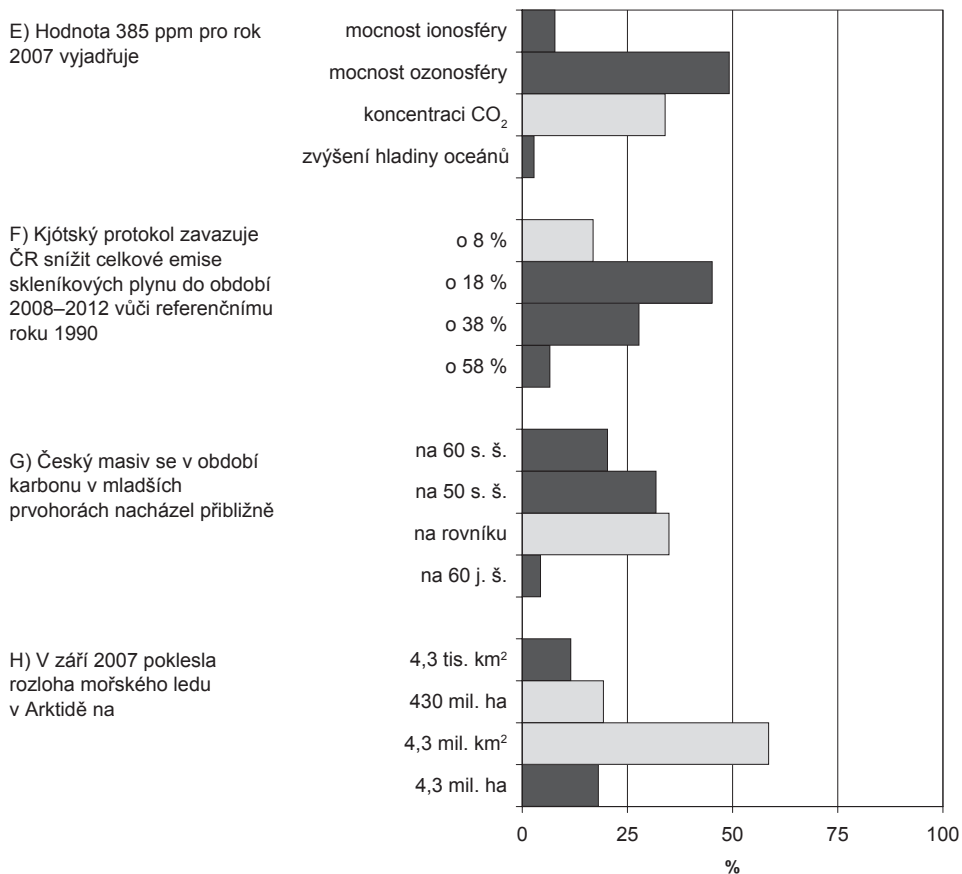
Opravující organizátoři okresních kol byli požádáni o zaslání sumárních přehledů počtu vybraných odpovědí za jednotlivé možnosti u každé otázky. Takto zpracovaná data zaslalo k vyhodnocení 35 okresů, celkem za 321 soutěžících kategorie D. V kategorii D soutěží studenti středních škol (věk 16 až 20 let), mezi kterými obecně převažují studenti vyšších ročníků gymnázií. Výběr zahrnuje 321 studentů s předpokládaným zájmem o geografii a kvalitními



Graf 1 – Relativní podíl odpovědí na otázky A až D soutěžících okresního kola Zeměpisné olympiády v roce 2010. Pozn.: Tmavé sloupce označují nesprávné odpovědi. Zdroj: autoři.

znalostmi, prověřenými školními koly Zeměpisné olympiády. Ve výběru bylo 262 chlapců a 59 dívek. Formulace otázek a relativní četnosti odpovědí soutěžících Zeměpisné olympiády jsou uvedeny v grafech 1 a 2.

V další fázi výzkumu byl v letech 2010 a 2011 stejný test za srovnatelných podmínek předložen studentům Fakulty pedagogické Západočeské univerzity v Plzni, studujícím volitelný předmět Výchova k myšlení v evropských a globálních souvislostech. Tento předmět mají zapsán studenti většiny oborů bakalářského studia zaměřených na vzdělávání. Výzkumu se zúčastnilo celkem 145 studentů přírodovědných, humanitních i uměleckých oborů, kteří se většinou s problematikou klimatické změny v rámci studia na vysoké škole zatím podrobněji nesetkali. Věk těchto studentů byl v intervalu 19–25 let. Specifickou věkovou skupinu pak tvořili studenti stejného předmětu, zařazeného v rámci kombinovaného studia Učitelství praktického vyučování a odborného výcviku. Tato skupina, kterou tvořilo 55 studentů ve věkovém intervalu 26–60 let, byla zpracována jako další výběr sloužící ke srovnání výsledků mezi skupinami.



Graf 2 – Relativní podíl odpovědí na otázky E až H soutěžících okresního kola Zeměpisné olympiády v roce 2010. Pozn.: Tmavé sloupce označují nesprávné odpovědi. Zdroj: autoři.

Vzhledem k použití otázek s možností vícenásobných odpovědí byly jednotlivé odpovědi vyhodnoceny samostatně, protože každá volba testovanými studenty byla nezávislá na dalších volbách možných správných odpovědí. Pouze u otázek E, F, G bylo možné vzhledem k jejich formulaci předpokládat výběr pouze jedné odpovědi jako správné.

Vyhodnocení bylo provedeno po jednotlivých skupinách, lišících se věkem a předpoklady (soutěžící Zeměpisné olympiády, mladší studenti učitelství, starší studenti učitelství). U studentů učitelství (celkem 200) byly též porovnávány odpovědi mužů a žen. Kromě relativního vyjádření podílu odpovědí v jednotlivých skupinách bylo použito testování nezávislosti chí-kvadrát pro kontingenční tabulku, resp. pro čtyřpolní tabulku (podrobněji Chrástka 2007, Hendl 2006). Testování nezávislosti kontingenční tabulky bylo provedeno v případě tří skupin studentů podle věku, a to pro každou variantu odpovědi zvlášť, přičemž jako druhý řádek tabulky byly vyjádřeny počty studentů nevolících danou variantu. Testování nezávislosti obdobně sestavené čtyřpolní tabulky posloužilo ke srovnání výsledků obou pohlaví.

Vyhodnocení odpovědí

Vyhodnocení testů vychází ze souhrnného přehledu relativních četností odpovědí a testování nezávislosti výsledků v jednotlivých skupinách testovaných studentů, uvedených v tab. 2, a pro soutěžící Zeměpisné olympiády na obr. 1 a 2. Při interpretaci byly posuzovány jednotlivé otázky zvlášť. Použijeme-li hodnocení otázek podle indexu obtížnosti (Pelikán 2011), jsou souhrnné otázky A a B velmi lehké, naopak otázky F a G velmi těžké. Je ovšem třeba posuzovat každou možnou odpověď zvlášť. Například u poslední otázky H se jako extrémně těžký jeví výběr správné odpovědi vyjádřené v hektarech.

Otázka A: Mezi nejléčí je možné podle úspěšnosti výběru správných odpovědí zařadit otázku A. Kromě správného označení kyslíku a dusíku však necelá polovina všech testovaných (42,4 %) zařadila mezi plyny se zastoupením v atmosféře více než 1 % také oxid uhličitý. Význam oxidu uhličitého v antropogenním nárůstu skleníkových plynů je zdůrazňován v médiích. Skutečné množství oxidu uhličitého je však řádově na mnohem nižší úrovni než u hlavních plynů tvořících složení atmosféry. Množství oxidu uhličitého se proto v odborných studiích uvádí v jednotkách ppm. Jak ovšem potvrzují odpovědi na otázku E, znalost této jednotky je velmi malá.

Otázka B: Nejlépe z celého testu byla zodpovězena otázka B. Otázka byla formulována na ověření znalosti fotosyntézy a schopnosti tuto znalost jednoduchým způsobem aplikovat. Chybné odpovědi mohou být ovlivněny tím, že jsou lesy často v popularizačních publikacích označovány jako „zelené plíce planety“. Ovšem skutečný vliv na složení atmosféry mají lesy opačný – vážou oxid uhličitý a produkují kyslík. Přibližně tři čtvrtiny studentů si ovšem správně uvědomují rovnici fotosyntézy a z ní vyplývající vliv odlesnění.

Otázka C: Znalosti studentů o existenci dalších skleníkových plynů (kromě oxidu uhličitého) jsou poměrně nízké. Přibližně polovina studentů zná metan jako skleníkový plyn. Ovšem nejvýznamnější skleníkový plyn, kterým je vodní pára, správně zvolila méně než třetina studentů. Podobný výsledek zjistil také Štros (2011). O vodní páře se totiž nehovoří v souvislosti s antropogenním vlivem na skleníkové plyny, neboť jde o přirozenou součást atmosféry. Ve výkladu problematiky je třeba zdůrazňovat pozitivní vliv přirozeného skleníkového efektu na klima naší planety, a tedy uvádět i přirozené skleníkové plyny, zejména vodní páru. Poznatky se nesmí redukovat pouze na otázku antropogenního vlivu na složení atmosféry. Oxid siřičitý patří sice mezi škodlivé plyny, ovšem nesprávně je spojován s posilováním skleníkového efektu. Antropogenní emise oxidu siřičitého naopak přispívají k ochlazení atmosféry.

Otázka D: Odpovědi potvrdily předpoklad o nesprávném chápání fyzikálního principu skleníkového efektu. Studenti nerozlišují mezi slunečním zářením a tepelným vyzařováním Země. Pouze 18 % všech respondentů se domnívá, že skleníkové plyny pohlcují záření Země.

Otázka E: Otázka byla zaměřená na znalost terminologie vztahující se k tématu, resp. zkratky ppm používané k vyjádření množství oxidu uhličitého v atmosféře. Zkratka ppm (parts per million, tj. 1 molekula v milionu molekul vzduchu) se běžně používá např. v popisu os publikovaných grafů vývoje oxidu uhličitého, znalost zkratky je často nezbytná též k pochopení a rozlišení výsledků prognóz vývoje klimatu. Znalost této zkratky mezi studenty byla pouze u 37 % testovaných. Častěji byla označována možnost vyjádření množství ozonu,

což naznačuje možné propojování problematiky ozonoféry a klimatických změn v myšlenkových modelech.

Otázka F: Záměrem této testovací otázky bylo zjistit, zda existuje u studentů povědomí o závazcích v rámci Kjótského protokolu. Znalost správné odpovědi byla nízká. Lze předpokládat, že se studenti ve většině případů pokoušeli o odhad správné odpovědi, přičemž více studentů v odhadu závazek nadhodnocovalo. Většina respondentů patrně nedokáže posoudit, jaké množství emisí představuje 8 %.

Otázka G: Otázka ověřovala schopnost chápat vývoj klimatu v souvislostech delšího časového vývoje. S uplatněním znalostí o vzniku karbonského černého uhlí v tropických lesích mohli studenti vyvodit správnou odpověď. Výsledky naznačují, že tato otázka byla pro většinu respondentů obtížná, převažovaly „konzervativní“ odpovědi (poloha na 50° s. š.), které neuvažují vliv pohybů kontinentů na klimatický vývoj.

Otázka H: Tato testovací otázka vyžadovala kvalifikovaný odhad rozlohy v km², např. srovnáním s rozlohou přilehlých kontinentů. Volba druhé správné odpovědi v hektarech byla podmíněna znalostí převodů plošných jednotek. Zatímco odhad rozlohy v km² správně provedla polovina testovaných, převod jednotek na hektar byl pro většinu příliš obtížný. Odborné zprávy však používají matematické či fyzikální jednotky (často daleko méně známé) s předpokladem, že veřejnost je umí interpretovat. Jak se ukázalo, vnímání takových informací je pak patrně pouze intuitivní a hektar je tak chápán jako míra „malé rozlohy“.

Porovnání výsledků mezi skupinami testovaných

Převažující množství odpovědí se významně lišilo mezi jednotlivými skupinami testovaných studentů (tab. 2). Obecně měli nejlepší výsledky soutěžící okresních kol Zeměpisné olympiády, tedy středoškolsí studenti s kvalitními znalostmi geografie. V některých odpovědích však byli úspěšnější starší studenti, lidé s různým vzděláním ve věku 26–60 let, kteří konkrétně uváděli častěji ozon jako skleníkový plyn (to ovšem ještě neznamená, že používají správný myšlenkový model), častěji přiřadili zkratku ppm k množství oxidu uhličitého a významně lépe znají nebo odhadují závazek Česka v rámci Kjótského protokolu. Na druhou stranu byli starší studenti významněji neúspěšní v odpovědích na otázky A, B a H.

Odpovědi žen a mužů se významněji lišily pouze u otázek A, D, G a částečně u H. Statisticky významné rozdíly v odpovědích ukazují lepší úroveň znalostí mužů než žen. Výsledek může u některých otázek (D, G, H) ukazovat na předpokládané větší schopnosti logického uvažování u mužů. Nebylo bohužel možné vyhodnotit výsledky podle pohlaví u základního souboru, protože u účastníků Zeměpisné olympiády byly k dispozici jen souhrnné výsledky za okresy.

Závěr

Testování přineslo vzhledem k jeho omezené šíři pouze dílčí závěry, které je třeba dále ověřovat podrobnějším výzkumem s uplatněním jiných technik. Výsledky testování potvrdily existenci nedostatečných znalostí problematiky

Tab. 2 – Statistický přehled odpovědí na otázky v testu

| Otázky | Výběr odpovědi | Celkem n = 521 (%) | ZO n = 321 (%) | VŠ mladší n = 145 (%) | VŠ starší n = 55 (%) |
|----------|--------------------------|--------------------------|----------------------|-----------------------------|----------------------------|
| A | O ₂ | 90,6 | 92,8 | 87,6 | 85,5 |
| | CO ₂ | 42,4 | 25,5 | 66,2 | 78,2 |
| | N ₂ | 77,4 | 85,4 | 64,8 | 63,6 |
| | CH ₄ | 2,3 | 2,5 | 0,0 | 7,3 |
| B | zvýšení O ₂ | 3,1 | 3,4 | 2,1 | 3,6 |
| | snížení O ₂ | 72,0 | 75,1 | 68,3 | 63,6 |
| | zvýšení CO ₂ | 78,9 | 82,2 | 72,4 | 76,4 |
| | snížení CO ₂ | 7,9 | 5,9 | 7,6 | 20,0 |
| C | CH ₄ | 55,5 | 65,4 | 38,6 | 41,8 |
| | vodní pára | 30,7 | 34,3 | 22,8 | 30,9 |
| | SO ₂ | 55,1 | 55,8 | 51,7 | 60,0 |
| | O ₃ | 28,8 | 22,7 | 34,5 | 49,1 |
| D | Země | 18,0 | 23,4 | 9,0 | 10,9 |
| | Slunce | 54,9 | 53,6 | 55,9 | 60,0 |
| | tepelné | 63,7 | 68,8 | 55,2 | 56,4 |
| | viditelné | 4,4 | 5,3 | 2,8 | 3,6 |
| E | ionosféra | 7,1 | 7,8 | 6,2 | 5,5 |
| | ozonoféra | 45,9 | 49,2 | 44,1 | 30,9 |
| | CO ₂ | 37,4 | 34,0 | 39,3 | 52,7 |
| | zvýšení hladiny | 4,8 | 2,8 | 7,6 | 9,1 |
| F | o 8% | 22,3 | 16,8 | 26,9 | 41,8 |
| | o 18% | 45,7 | 45,2 | 50,3 | 36,4 |
| | o 38% | 24,6 | 27,7 | 19,3 | 20,0 |
| | o 58% | 5,2 | 6,5 | 2,8 | 3,6 |
| G | 60 s. š. | 24,0 | 20,2 | 32,4 | 23,6 |
| | 50 s. š. | 35,3 | 31,8 | 39,3 | 45,5 |
| | rovník | 27,8 | 34,9 | 15,9 | 18,2 |
| | 60 j. š. | 6,9 | 4,4 | 11,7 | 9,1 |
| H | 4,3 tis. km ² | 21,5 | 11,5 | 34,5 | 45,5 |
| | 430 mil. ha | 15,0 | 19,3 | 9,0 | 5,5 |
| | 4,3 mil. km ² | 50,5 | 58,6 | 38,6 | 34,5 |
| | 4,3 mil. ha | 17,5 | 18,1 | 17,2 | 14,5 |

Vysvětlivky: ZO = soutěžící Zeměpisné olympiády, VŠ = skupiny vysokoškolských studentů. U každé možnosti je vyjádřen relativní podíl odpovědí jednotlivých skupin testovaných, statistika chí-kvadrát (χ^2) a pro příslušný stupeň volnosti (df) kritická hladina (p), na které je možné zamítnout nulovou hypotézu o nezávislosti. Tmavé řádky označují nesprávné odpovědi. Zdroj: autoři.

| χ^2 df=2 | p | Muži n=59 (%) | Ženy n=141 (%) | χ^2 df=1 | p |
|------------------|---------|---------------------|----------------------|------------------|---------|
| 5,14 | | 88,14 | 86,52 | 0,10 | |
| 99,81 | < 0,01 | 59,32 | 73,76 | 4,09 | < 0,05 |
| 30,63 | < 0,01 | 77,97 | 58,87 | 6,63 | < 0,05 |
| 9,51 | < 0,01 | 1,69 | 2,13 | 0,04 | |
| 0,68 | | 1,69 | 2,84 | 0,22 | |
| 4,41 | | 61,02 | 69,50 | 1,35 | |
| 6,03 | < 0,05 | 71,19 | 74,47 | 0,23 | |
| 12,86 | < 0,01 | 8,47 | 12,06 | 0,55 | |
| 33,68 | < 0,01 | 44,07 | 37,59 | 0,73 | |
| 6,22 | < 0,05 | 25,42 | 24,82 | 0,01 | |
| 1,26 | | 45,76 | 57,45 | 2,29 | |
| 19,08 | < 0,01 | 38,98 | 38,30 | 0,01 | |
| 16,12 | < 0,01 | 10,17 | 9,22 | 0,04 | |
| 0,86 | | 45,76 | 61,70 | 4,31 | < 0,05 |
| 9,52 | < 0,01 | 67,80 | 50,35 | 5,12 | < 0,025 |
| 1,61 | | 1,69 | 3,55 | 0,49 | |
| 0,63 | | 6,78 | 5,67 | 0,09 | |
| 6,59 | < 0,05 | 37,29 | 41,84 | 0,36 | |
| 7,37 | < 0,05 | 45,76 | 41,84 | 0,26 | |
| 7,48 | < 0,05 | 8,47 | 7,80 | 0,03 | |
| 19,44 | < 0,01 | 37,29 | 28,37 | 1,55 | |
| 3,23 | | 42,37 | 48,23 | 0,57 | |
| 4,51 | | 16,95 | 20,57 | 0,35 | |
| 3,21 | | 3,39 | 2,84 | 0,04 | |
| 8,11 | < 0,025 | 25,42 | 31,91 | 0,83 | |
| 5,25 | | 37,29 | 42,55 | 0,48 | |
| 20,86 | < 0,01 | 27,12 | 12,06 | 6,85 | < 0,01 |
| 8,87 | < 0,025 | 8,47 | 12,06 | 0,55 | |
| 52,10 | < 0,01 | 38,98 | 36,88 | 0,08 | |
| 12,78 | < 0,01 | 15,25 | 4,96 | 5,98 | < 0,025 |
| 22,14 | < 0,01 | 33,90 | 39,01 | 0,46 | |
| 0,41 | | 15,25 | 17,02 | 0,09 | |

klimatických změn ve většině sledovaných otázek. Přestože testování nemohlo poskytnout úplnější informace o myšlenkových modelech studentů, ukázalo na chybné pojetí učiva zejména o skleníkovém efektu (otázky C, D). Výsledky směřují nejen k návrhu prostředků výuky, ale také k posílení přiměřeně srozumitelné komunikace mezi vědeckou sférou a veřejností. Používání terminologie, měrných jednotek a grafických ilustrací se ukazuje jako málo srozumitelné pro studenty a tím spíše pro veřejnost. Zejména na základě vyhodnocení odpovědí na otázky E, F a H je třeba potvrdit, že přírodovědci mnohdy svoje poznatky

sdělují nesrozumitelnou formou. Popularizační roli pak bohužel přejímají média, zkreslující fakta bez znalosti problematiky. Mezi pozitivní snahy o srozumitelnější výklad základních otázek klimatických změn patří například na internetu dostupná publikace Metelky a Tolasze (2009), případně vydání knihy zprostředkující veřejnosti předpokládané dopady změn klimatu na naše vodstvo (Němec, Kopp 2009).

Výuka geografie by měla téma klimatických změn využít nejen jako hlavní příklad globálních problémů, ale také se pečlivě věnovat vysvětlení fungování klimatického systému. Z průzkumu Stejskalové (2010) vyplynulo, že pouze v jedné ze 13 učebnic zeměpisu (geografie) pro střední školy v Česku byly klimatické změny, jejich příčiny a dopady popsány obsáhleji. Podrobnější hodnocení tématu klimatických změn v učebnicích zeměpisu s komentářem případných nedostatků uvádí Štros (2011). V každém případě lze doporučit, aby byla věnována interpretaci klimatických změn ve výuce geografie větší pozornost.

Vyhodnocení znalostí studentů o klimatických změnách ukázalo, že jde o poměrně náročné učivo. Náročnost vyplývá jednak z komplexní povahy problematiky a jednak také z malé osobní zkušenosti s pojmy, s nimiž se pracuje. Stanisstreet, Boyes (2000) doporučují látku rozložit na menší logické části, ty pak postupně spojovat a přitom zdůrazňovat jejich vzájemné závislosti. Na závěr výkladu by mělo být vysvětleno, jaké následky způsobí zásah do přirozené rovnováhy systému. Pozitivními příklady uceleného učebního materiálu jsou pracovní listy s metodikou pro učitele Les a klimatické změny (Čiháková a kol. 2009) nebo e-learningový modul eklíma (Voženílek, Jílková, Tolasz a kol. 2010). Zkušenosti s environmentálním problémem významně ovlivňují postoje a proenvironmentální chování (Winter, Koger 2009). Nedostatek vlastní zkušenosti s problematikou klimatických změn (např. skleníkové plyny nejsou vidět, měrné jednotky si nedokážeme představit, voda z kohoutku teče i v době sucha, v Arktidě jsme nikdy nebyli, klimatické změny jsou záležitost generací) je třeba nahrazovat empirickými zkušenostmi z experimentů (viz např. Roa 2009, Lambert, Cottongim, Leard 2010), vhodnou prezentací a uplatněním příkladů z místního regionu.

Literatura:

- BERÁNKOVÁ, L. (2009): Didaktická interpretace problematiky změn klimatu. Bakalářská práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, katedra geografie, Plzeň, 34 s.
- BERÁNKOVÁ, L. (2011): Didaktická interpretace problematiky klimatických změn pro střední školy. Diplomová práce. Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, katedra geografie, Plzeň, 60 s.
- BOON, H. (2009): Climate change? When and where? The Australian Educational Researcher, 36, č. 3, s. 43–66.
- ČIHÁKOVÁ, K. a kol. (2009): Les a klimatické změny. Pracovní listy s metodikou pro učitele. Sdružení TEREZA, Praha, 64 s.
- DOULÍK, P., ŠKODA, J. (2010): Prekoncepce a miskoncepce jako součást dětských pojetí a jejich psychogeneze. In: Doulík, P., Škoda, J. (eds.): Prekoncepce a miskoncepce v oborových didaktikách. Acta Universitatis Purkynianae, č. 160, Studia Paedagogica, Universita J. E. Purkyně v Ústí nad Labem, Ústí nad Labem, s. 8–29.
- HENDL, J. (2006): Přehled statistických metod zpracování dat. Portál, Praha, 584 s.

- CHRÁSKA, M. (2007): Metody pedagogického výzkumu. Základy kvantitativního výzkumu. Grada, Praha, 272 s.
- KLAUS, V. (2007): Modrá, nikoliv zelená planeta. Dokořán, Praha, 164 s.
- KOULALDIS V., CHRISTIDOU V. (1999): Models of students' thinking concerning the greenhouse effect and teaching implications. *Science Education*, 83, č. 5, s. 559–576.
- LAMBERT, J., COTTONGIM, L., LEARD, C. (2010): Investigating the Greenhouse Effect. Dostupné na http://www.tos.org/hands-on/activities/lambert_hands-on.pdf (15. 5. 2011).
- MATEJČEK, T. (2010): Environmentální postoje budoucích učitelů zeměpisu. *Informace ČGS*, 29, č. 2, s. 13–24.
- METELKA, L., TOLASZ, R. (2009): Klimatické změny: fakta bez mýtů. Univerzita Karlova v Praze, Centrum pro otázky životního prostředí, Praha, 35 s.
- NĚMEC, J., KOPP, J., eds. (2009): Vodstvo a podnebí v České republice v souvislosti se změnou klimatu. Consult pro Ministerstvo zemědělství ČR, Praha, 256 s.
- PELIKÁN, J. (2011): Základy empirického výzkumu pedagogických jevů. Karolinum, Praha, 270 s.
- PRŮCHA, J., WALTEROVÁ, E., MAREŠ, J. (2008): Pedagogický slovník. Portál, Praha, 322 s. Rámcový vzdělávací program pro gymnázia. VÚP v Praze, Praha, 2007, 100 s.
- ROA, M. L. (2009): Environmental Science Activities Kit. Ready-to-use Lessons, Labs & Worksheets for Grades 7–12. Jossey-Bass, San Francisco, 322 s.
- SHEPARDSON, D., NIYOGI, D., CHOI, S., CHARUSOMBAT, U. (2011): Seventh Grade Students' Mental Models of the Greenhouse Effect. *Environmental Education Research*, 17, č. 1, s. 1–17.
- SKAMP, K. R., STANISSTREET, M., BOYES, E. (2009): Global Warming Responses at the Primary Secondary Interface. *Australian Journal of Environmental Education*, 25, s. 15–44.
- STANISSTREET, M., BOYES, E. (2000): Benefits of Quantitative Empirical Studies for Environmental Education. In: *Empirical Research on Environmental Education in Europe*. Waxmann, Münster, New York, München, Berlin, s. 39–51
- STEJSKALOVÁ, V. (2010): Změna klimatu jako téma ve vyučování zeměpisu na střední škole. Diplomová práce. Univerzita Palackého v Olomouci, Přírodovědecká fakulta, Olomouc, 55 s.
- ŠTROS, M. (2011): Klimatické změny ve výuce zeměpisu. Diplomová práce. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta, Praha, 84 s.
- VOŽENÍLEK, V., JÍLKOVÁ, J., TOLASZ, R. a kol. (2010): Klimatická změna v e-learningové výuce. Univerzita Palackého v Olomouci, Olomouc, 100 s.
- WINTER, D. D. N., KOGGER, S. M. (2009): Psychologie environmentálních problémů. Portál, Praha, 296 s.

Pracoviště autorů: Západočeská univerzita v Plzni, Fakulta pedagogická, katedra geografie, Veleslavínova 42, 306 19 Plzeň; e-mail: kopp@kge.zcu.cz, creeney@seznam.cz.

Citační vzor:

KOPP, J., BERÁNKOVÁ, L. (2012): Testování úrovně znalostí o změnách klimatu. *Informace ČGS*, 31, č. 1, s. 18–29.