

Jak souvisí CO₂ s teplotou na Zemi

LIBUŠE ŠVECOVÁ – ERIKA MECHLOVÁ

Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava

Předkládaný článek je zaměřen na environmentální fyziku – obor fyziky, „jehož cílem je poukázat na význam fyzikálních faktorů pro existenci člověka a živých organismů v životním prostředí“ [5; 7]. Svým obsahem rovněž podporuje koncepci „trvale udržitelného rozvoje“ [5; 7].

Článek je věnovaný nevratným procesům a je zaměřen na energetickou bilanci Země. Řeší jednoduchou formou globální problém lidstva, tj. *jak souvisí množství oxidu uhličitého CO₂ s teplotou na Zemi*. Upozorňuje na realitu současné doby a to, že i klimatické změny jsou příkladem nevratných procesů.

Fyzikální pojem nevratný proces (tj. termín a jeho obsah) nebývá většinou uváděn ve spojení s energetickou bilancí Země – zde je objasňován na příkladu z praxe – zvyšujícím se množstvím oxidu uhličitého v atmosféře Země a s tím související změnou teplot na Zemi.

Prekoncepty žáků v závislosti na etapě vzdělávání

Od 1. září 2005 začal platit Rámcový vzdělávací program pro základní vzdělávání s přílohou upravující vzdělávání žáků s lehkým mentálním postižením (dále jen RVP ZV), jehož součástí bylo i zavedení environmentální výchovy do výuky základních škol.

Environmentální výchova mimo jiné učí jedince pozorovat, citlivě vnímat a hodnotit [8; 122] děje, které probíhají v přírodě a jsou důsledkem lidské činnosti. Všechny tyto děje jsou nevratné. Proto od roku 2006 až do roku 2013 proběhly výzkumy mapující názory žáků během základního, středního a na začátku terciárního vzdělávání na nevratné děje. Na základě výsledků výzkumů jsou uvedeny důvody k zavedení pojmů vratný a nevratný děj do výuky fyziky na ZŠ:

1. Výzkum, který proběhl na jaře 2006 u 69 žáků 8. a 9. ročníku ZŠ a 100 žáků 2. ročníku SŠ ukázal, že 100 % dotázaných žáků považuje kruhový a vratný děj za totožný [4].

2. Výzkum, který proběhl na jaře 2013 u 35 studentů 1. ročníku VŠ a na konci podzimu 2013 u 75 studentů 1. ročníku VŠ, tento výsledek potvrdil. Dalším závazným zjištěním bylo, že na jaře 43 % a na podzim 51 % dotázaných VŠ studentů považovalo klimatické změny, které pozorujeme na Zemi, za vratný děj.

Z obou výzkumů vyplynulo, že žáci ZŠ, SŠ i studenti VŠ považují vratný děj za kruhový děj, tzn. že prekoncepty žáků o vratném ději nezávisí na etapě vzdělávání, což může vést k nesprávnému pochopení změn, které probíhají na Zemi.

Témata s nevratnými procesy je vhodné zařadit do výuky fyziky ZŠ po probrání Tepelných jevů [3]. Cílem je zavedení pojmu nevratný děj do výuky fyziky ZŠ. Ve školské fyzice je stále používán termín *děj*, i když v odborné fyzice převažuje jeho synonymum *proces* i vzhledem k jeho anglickému ekvivalentu *process* [6].

Problematika nevratných procesů není v učivu základní školy zavedena, i když většina reálných pokusů, uvedených v učebnicích ZŠ, jsou procesy nevratné. Vyučujícím jsou k dané problematice nabídnuty dva scénáře vyučovacích hodin. Návrhy vyučovacích hodin fyziky vycházejí z učebního textu pro žáky ZŠ a nižších ročníků víceletých gymnázií *Nevratné děje pro žáky základních škol*, který byl ověřen na třech školách během pedagogického experimentu [4], kterého se zúčastnilo 136 žáků ZŠ. Na základě výsledků dotazníkových šetření a pedagogického experimentu byly scénáře přepracovány a doplněny o nejnovější poznatky.

Navržené scénáře vyučovacích hodin jsou zaměřeny na rozvoj kritického myšlení žáků formou včlenění problémových úloh z každodenní praxe. Při řešení badatelských úloh žáky je kladen důraz na práci a diskusi ve dvojicích, případně v malých čtyřech až pětičlenných skupinách. Během diskuse žáci rozvíjejí schopnost obhájit svůj názor, jsou podporovány sociální vztahy ve skupině. V diskusi žáci především dospívají k přesvědčení, že životní prostředí ovlivňuje každý z nás.

K doplnění tepelných jevů o problematiku globálního oteplování Země vedou tyto tři důvody.

1. V současné době stále naléhavěji vědci upozorňují na změny, které probíhají na Zemi, a na jejich dopady na lidskou populaci. Je vhodné, aby již žáci základní školy pochopili, že většina změn, které probíhají na Zemi, jsou nevratné a aby byli cílevědomě vedeni k možným řešením vznikajících situací. Potom lze očekávat, že sami budou hledat nová řešení, která povedou ke zmírnění dopadu celé situace na lidskou populaci a živé organismy.

2. Žáci základní školy by si měli uvědomit, že jejich dnešní jednání ovlivní jejich budoucí život. Záleží na každém z nich, jak se k danému problému postaví.

3. Zároveň je nutné žáky seznámit, že kroky, které by v budoucnu mohli učinit, nesmí být v rozporu s rezolucemi OSN, i když si o nich budou myslet, že budou mít pozitivní vliv na planetu. Vždy je nutné pečlivě zvážit i možné negativní dopady.

Scénář vyučovací hodiny: Jak souvisí CO₂ s teplotou na Zemi?

Cíl hodiny: Žák bude umět vysvětlit vliv množství oxidu uhličitého v atmosféře na teplotu na Zemi.

Metody výuky: Metoda problémového výkladu.

Organizační formy vyučování podle vztahu k osobnosti žáka: hromadné vyučování.

Organizační formy vyučování podle charakteru výukového prostředí: výuka ve třídě, práce ve dvojicích nebo v malých skupinách.

Výklad

Otázka: Uveďte příklad nevratného děje.

Možné odpovědi žáků: Stárnutí. Chladnutí čaje atd.

Otázka: Zamyslete se, co podle vás ovlivňuje teplotu na Zemi? Poradte se ve skupinách.

Možné odpovědi: Skleníkové plyny. Skleníkový jev. Auta. Spalování uhlí.

Dalším příkladem nevratných dějů je měnící se teplota na Zemi.

Otázka: Zamyslete se a zkuste vysvětlit, proč klimatické změny na Zemi považujeme za nevratný děj? Možná nastane znovu doba ledová? Poradte se ve skupinách.

Otázka: Jakou máte představu o vratném ději?

Možné odpovědi: Něco se opakuje, např. střídání ročních období.

Učitel: Máte pravdu, že vratný děj se může opakovat. Ještě platí další podmínka.

Vratný děj je děj, který může probíhat v obou směrech a okolí i soustava, se vždy vrátí do původního stavu [6, 243]. Podstatné je, že *na okolí nenastanou trvalé změny a okolí se také vrátí do původního stavu*. V případě, že nyní nastane pouze prudké ochlazení a teplota se sníží na teplotu, která byla během doby ledové, sníží se sice teplota na Zemi, ale nedojde

ke snížení skleníkových plynů v atmosféře, nebo k obnově zničených korálů v mořích a oceánech. Proto považujeme klimatické změny za nevratný děj.

Žáci: Co je vratný děj?

Učitel: Příklad vratného děje je houpající se hračka na pružině, v případě, že zanedbáme odpor vzduchu a pružina stále kmitá ve stejných pozicích. V určitém období vývoje Země se kolem ní postupně vytvářela atmosféra.

Otázka: Jak se měnilo složení atmosféry na Zemi?

Odpověď: V průběhu vývoje Země se měnilo složení atmosféry na Zemi a ovlivňovalo podmínky života na Zemi. Před 3 miliardami let byly pravděpodobně na naší planetě teplé oceány, v atmosféře byly prachové částice, oxid uhličitý CO_2 z vulkanické činnosti sopek, metan a amoniak, atd. Z této doby pravděpodobně pochází nejstarší fosilie, stromatolity. Stromatolity jsou horninové shluky mikroorganismů, které jsou přibližně 0,5 m až 1 m vysoké a asi 1 m široké, kulovitěho tvaru. Dnes je můžeme najít ve Žraločí zátoce v Severozápadní Austrálii. Stromatolity se nacházejí v mělkých vodách, tzn., že jsou schopny přijímat energii slunečního záření. Protože v prvotní atmosféře byl dostatek oxidu uhličitého CO_2 a zároveň stromatolity byly schopny zachytit energii slunečního záření, předpokládá se, že začaly využívat oxid uhličitý CO_2 a energii slunečního záření k výrobě glukózy a jako vedlejší produkt začaly produkovat kyslík O_2 . Tomuto ději se říká fotosyntéza. Nejprve se kyslík O_2 začal uvolňovat do vody, postupně se začal vypařovat i do atmosféry nad hladinu oceánů. Po určité době se vytvořil ozón O_3 . Ozón začal chránit naši planetu před slunečním zářením (UV zářením). Tímto způsobem byl pravděpodobně zpracován oxid uhličitý CO_2 do takové míry, že umožnil příznivý vývoj života na pevnině.

Odpověď: Naším úkolem bude vysvětlit, proč změna zemské atmosféry ovlivňuje změnu teploty na Zemi.

Všichni víte, že Země přijímá ze Slunce energii. Tento přenos energie se děje formou slunečního záření. Prvotní zemská atmosféra neměla dostatek ozónu O_3 . Sluneční záření, které ze Slunce dopadalo na Zemi, částečně bylo Zemí pohlceno a část se od Země odrazila. V počátcích vývoje Země byla energie záření ze Slunce dopadající na Zemi a energie záření odražená od Země v rovnováze.

Každá látka může za určitých podmínek vyzařovat energii a stejnou energii opět přijímat.

Země sama v současné době trvale vyzařuje energii, kterou mohou

v silné vrstvě její atmosféry přijímat některé plynné molekuly. Jsou to právě ty, které mohou stejnou energii vyzařovat. Jedná se o tři a víceatomové plynné molekuly, např. vodní pára H_2O , oxid uhličitý CO_2 , oxid dusíku N_2O , ozón, metan. Energie, kterou přijmou tyto molekuly zemské atmosféry, nemůže již být vyzářena do meziplanetárního prostoru (pozn. pro učitele: Je to způsobeno jejich chemickými a fyzikálními vlastnostmi). Tato energie zůstane na Zemi a povrch Země se otepluje.

Vysvětlíme situaci na jednoduchém příkladu vodních par H_2O v atmosféře Země. Země vyzařuje energii do meziplanetárního prostoru ve dne i v noci. V noci, kdy na určitý povrch Země nedopadá energie slunečního záření, Země stále vyzařuje svou energii do meziplanetárního prostoru. Je-li bezmračná noc, tj. v atmosféře nejsou tříatomové molekuly vodních par, je v noci velmi chladno. Tento jev je pozorovatelný zejména v zimních měsících. Je-li obloha zatažena mraky, ve kterých jsou tříatomové molekuly vodní páry, potom je noc poměrně teplá, protože energie vyzářena povrchem Země se nemůže dále šířit do meziplanetárního prostoru, tato energie je zachycena tříatomovými molekulami vodní páry v oblacích, zůstává tedy na Zemi. A stejně je tomu u dalších tří a víceatomových molekul plynů, které jsou v zemské atmosféře, tedy i s oxidem uhličitým. Jediný rozdíl je v tom, že molekuly tříatomové vodní páry jsou „viditelné“ ve formě mraků, molekuly oxidu uhličitého viditelné nejsou.

Takto, jak se postupně v atmosféře zvyšuje množství tří a víceatomových plynů, které narušují rovnovážný stav mezi energií slunečního záření přijatou Zemí a energií vyzářenou Zemí do meziplanetárního prostoru, dostává se Země do dalšího rovnovážného stavu s energií poněkud vyšší, což se projevuje zvýšením teploty na Zemi.

Nyní vás napadlo, když se tak dlouho zvyšuje teplota na Zemi, proč se ekologové tolik bouří, vždyť je to normální proces?

Například oxid uhličitý CO_2 v přírodě existuje od pradávna. Na jedné straně je dobře, že v atmosféře oxid uhličitý je, protože umožnil vznik příznivých podmínek pro život na Zemi, jak bylo uvedeno u stromatolitů. Na druhé straně jeho současné zvýšené množství v atmosféře zabraňuje Zemi vyzařovat svou energii do meziplanetárního prostoru, tím zvyšuje Země svou celkovou energii, což se projevuje zvýšením teploty na Zemi.

Otázky pro žáky: Jak se nazývá děj, při kterém se mění oxid uhličitý CO_2 na kyslík O_2 ? Kde tento proces probíhá? Poradte se ve dvojicích.

Odpověď: Děj se nazývá fotosyntéza a probíhá v rostlinách. Dále víme, že oceán je schopen absorbovat oxid uhličitý CO_2 . Vlivem působení lidské

činnosti se množství oxidu uhličitého tak zvýšilo, že ho příroda už sama nedokáže zpracovat.

V současné době nejvíc vypouští oxid uhličitý CO_2 do atmosféry člověk. Oxid uhličitý se do atmosféry uvolňuje při spalování takových látek, které obsahují uhlík, například dřeva, uhlí, oleje, plynu, suchých rostlin apod. Oxid uhličitý je výsledkem hoření, při němž se uhlík slučuje s kyslíkem.

Nyní obdržíte list s úkoly a pokuste se na ně společně v tříčlenných maximálně čtyřčlenných skupinách odpovědět.

Úkoly k zamyšlení: Malé skupiny žáků obdrží od učitele list s úkoly.

1. Navrhněte, jak lidé mohou snížit množství oxidu uhličitého CO_2 a dalších tříatomových a víceatomových molekul plynů (skleníkových plynů) v atmosféře? Poradte se ve skupinách.
2. Tři a víceatomové molekuly plynů v atmosféře jsou nazývány „skleníkovými plyny“. Co myslíte, je tento název správný vzhledem k tomu, co jste se o vyzářování Země dověděli?
3. Celý jev je v literatuře nazýván „skleníkovým jevem“ nebo „skleníkovým efektem“. Porovnejte princip funkce skleníku na pěstování rostlin a jevu, který způsobuje zvyšování teploty na Zemi.
4. Navrhněte, jak vy sami můžete omezit nebo snížit množství CO_2 v atmosféře Země?
5. Navrhněte, jak vaši rodiče mohou omezit nebo snížit množství CO_2 v atmosféře?
6. Navrhněte, jak zastupitelé obcí a měst mohou omezit nebo snížit množství CO_2 v atmosféře?
7. Navrhněte, jak představitelé státu (parlament, senát, vláda, prezident) mohou omezit nebo snížit množství CO_2 v atmosféře?
8. Zamyslete se, jestli se bude nadále zvyšovat průměrná teplota na Zemi, zda ovlivní tato situace život lidí a živých organismů. Svou odpověď zdůvodněte.

Po práci ve skupinách učitel promítne úkoly na tabuli. Potom podle pořadí těchto úkolů jednotlivé skupiny sdělují svůj názor, ke kterému dospěly na základě diskuse. Učitel žáky nepřerušuje. Nakonec vždy shrne a u mnoha úkolů zdůrazní, že záleží na každém jedinci, a na dané úkoly *neexistuje nesprávná* odpověď.

Shrnutí

V hodině jste se seznámili, jak oxid uhličitý CO_2 ovlivňuje teplotu na Zemi. Uvědomili jste si, že oxid uhličitý pozitivně ovlivnil vývoj atmo-

sféry v počátečních fázích vývoje Země. Dnes zvýšení množství oxidu uhličitého, které člověk vypouští do atmosféry, již příroda sama nedokáže zpracovat. Hledali jste možná řešení, jak vy sami můžete omezit jeho nadměrné vytváření. Zároveň jste se zamysleli, jak v dospělosti můžete snížit jeho nadměrné vypouštění do atmosféry.

Článek je rozšířením fyziky základní školy o pojem nevratný proces z oblasti environmentální fyziky. Článek byl rozdělen do dvou hlavních částí. V první části zdůvodňuje, proč je důležité zařadit téma nevratný proces do výuky fyziky na základní škole. Druhá část článku obsahuje scénář vyučovací hodiny fyziky, kde je kladen důraz na aktivity žáků v oblasti řešení problémových úloh. Uvedený metodický postup ve vyučovací hodině se setkal s ohlasem učitelů zejména z toho hlediska, že skleníkový efekt je jednoduše objasněn na úrovni myšlení žáků základní školy, aniž by se používala kvantová fyzika k vysvětlení absorpce určité vyzařované energie Zemí. Analogie vysvětlení uvedené absorpce s bezmračnou oblohou a s oblohou zataženou mraky s vodní párou se setkal s pozitivním ohlasem u učitelů fyziky.

Literatura

- [1] *Bartuška, K., Svoboda, E.*: Fyzika pro gymnázia: molekulová fyzika a termika. 4. přeprac. vyd., Prometheus, Praha, 2000.
- [2] *Braniš, M., Hůnová, I.*: Atmosféra a klima: aktuální otázky ochrany ovzduší. 1. vyd., Karolinum, Praha, 2009.
- [3] *Kolářová, R., Bohuněk, J.*: Fyzika po 8. ročník základní školy. Dotisk 1. vyd., Prometheus, Praha, 2001.
- [4] *Kubincová, L.*: Termodynamika nevratných procesů pro žáky základních škol. Diplomová práce. Přírodovědecká fakulta, Ostravská univerzita, Ostrava, 2009.
- [5] *Lepil, O.*: Fyzika aktuálně: příručka nejen pro učitele. 1. vyd., Prometheus, Praha, 2009.
- [6] *Mechlová, E., Košťál, K. aj.*: Výkladový slovník fyziky pro základní vysokoškolský kurz. 1. vyd., Prometheus, Praha, 1999.
- [7] *Nezvalová, D.*: Didaktika fyziky: trendy, výzvy a perspektivy. MFI, roč. 21, č. 2 (2011), s. 87.
- [8] Rámcový vzdělávací Program pro základní vzdělávání (verze platná od 1. 9. 2013) úplně znění upraveného RVP ZV s barevně vyznačenými změnami. [online]. Výzkumný ústav pedagogický, Praha, 2013. [cit. 2013-12-03]. Dostupné z: <http://www.msmt.cz/vzdelavani/zakladni-vzdelavani/upraveny-ramcovy-vzdelavaci-program-pro-zakladni-vzdelavani>