

# Kdo jsou skleníkové plyny?

Jak funguje skleníkový efekt, které plyny k němu přispívají a jak moc? V rámci lekce žáci objeví, odkud se skleníkové plyny berou, jaký je oteplovací účinek jednotlivých plynů a co vlastně znamená ekvivalent oxidu uhličitého.

**Délka:** 45 minut

**Věk:** 8.–9. třída, SŠ

**Předměty:** chemie a fyzika

**Typ:** lekce

**Vytvořeno:** 3. 5. 2023

**Autor/ka:** Lenka Karpíšková, [ÚDiF](#), vytvořeno pro [Člověk v tísni, o. p. s.](#)

**Pomůcky:** vytištěné texty a grafiky z přílohy 1 (pro každou skupinu 4–6 žáků jednu sadu), vytištěné pracovní listy z přílohy 2 (pro každého žáka jeden), počítač a projektor k promítnutí prezentace z přílohy 3, *volitelně: internet, online kurz Klimatická změna – 2. kapitola Proč se mění klima?, interaktivita „Skleníkový efekt“* (dostupné zde: [kurz-klimazmena.clovekvtisni.cz](#), více viz postup)

**Vzdělávací cíle:**

- Žák pochopí princip skleníkového efektu.
- Žák vysvětlí, co je to ekvivalent oxidu uhličitého, a vypočítá hmotnost skleníkových plynů v ekvivalentu oxidu uhličitého.
- Žák na základě zjištěných informací vyvozuje, který skleníkový plyn nejvíce přispívá k zesílenému skleníkovému efektu.
- Žák vybere z textu klíčové informace související s jednotlivými skleníkovými plyny.

## Postup:

### 1. Skleníkový efekt (5–10 min)

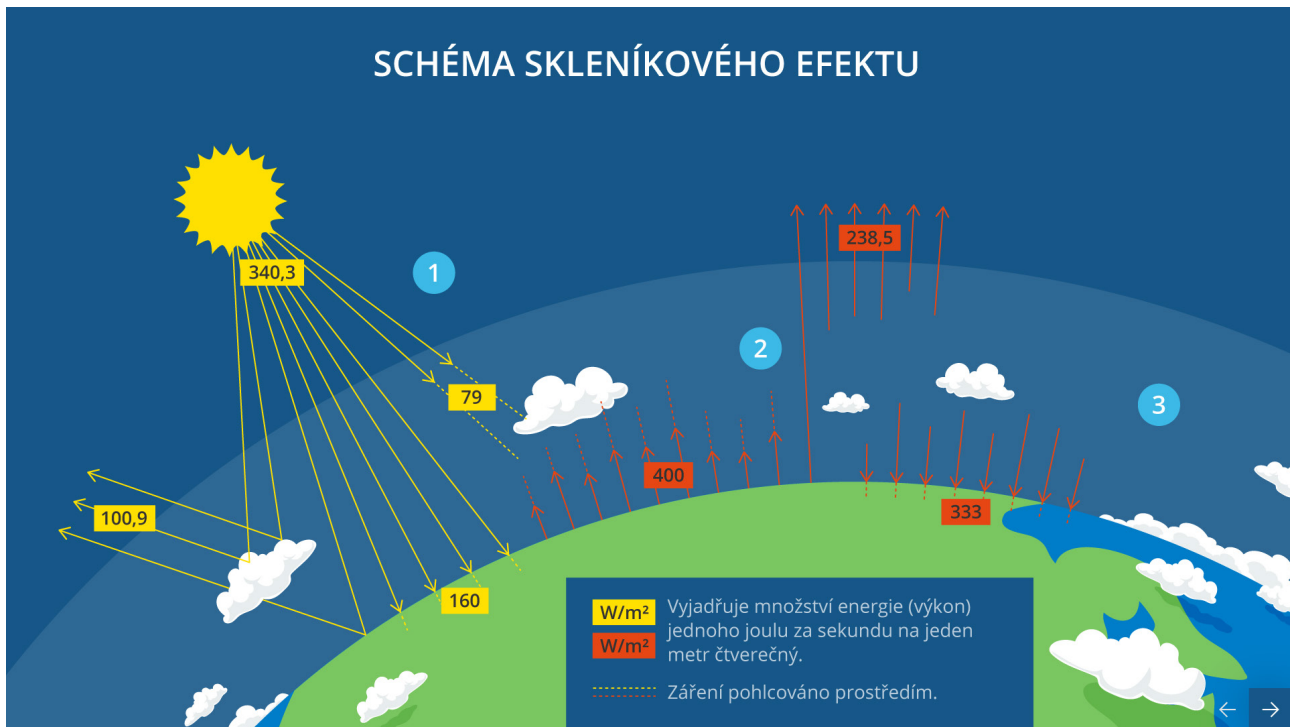
V této části se žáci dozví, co je skleníkový efekt a jak funguje. Lze předpokládat, že žáci už nějaké základní informace o skleníkovém efektu mají, nicméně je vhodné jim alespoň zopakovat, jaké má skleníkový efekt příčiny a důsledky a na jakých principech funguje.

Můžete vést se žáky debatu na základě následujících otázek:

- *Slyšeli jste někdy o skleníkovém efektu?*
- *Jak působí skleníkový efekt na naši planetu?*
- *Co je příčinou skleníkového efektu, co ho způsobuje?*
- *Znáte nějaké skleníkové plyny?*
- *Jak skleníkový efekt funguje?*

Otázky jsou záměrně voleny tak, aby postupovaly od jednodušších ke složitějším. Odpovědi žáků dle potřeby doplňte výkladem, o samotných skleníkových plynech zjistí žáci další informace v rámci lekce, ty tedy v evokaci nerozebírejte podrobně.

Poslední otázka (Jak skleníkový efekt funguje?) je komplikovanější, proto je vhodné princip skleníkového efektu vysvětlit na schématu z prezentace – [snímek 2](#).



K vysvětlení skleníkového efektu se můžete inspirovat následujícím textem:

Co vidíte, když se podíváte do slunce (což ale nezkoušejte)? Uvidíte světlo. Mezi námi a sluncem je sice atmosféra, ale pro viditelné světlo je průhledná. Část světla, které projde atmosférou, se odrazí. Dobře se odráží od povrchů bílé barvy, tedy například sněhu, ledovců či mraků. Zbytek světla (záření) se pohltí a Země se díky tomu ohřeje.

Teplo se pak ze Země uvolňuje jako záření, teď už ne jako viditelné světlo, ale jako neviditelné infračervené záření, které vnímáme jako teplo (to můžeme vidět, že planeta nesvítl). Infračervené záření můžeme cítit, když dáme ruce k topení, které také vyzařuje infračervené záření. Naše ruce se od topení ohřejí, protože infračervené záření pohlcují, a podobně ho pohlcují některé plyny v atmosféře. Takovým plynům se říká skleníkové a chová se takto například oxid uhličitý nebo methan.

Skleníkové plyny nejsou špatné, v atmosféře se vyskytují přirozeně a jsou důležité. Přiměřený skleníkový efekt naše planeta potřebuje, aby byla dostatečně teplá na to, aby na ní mohl být život. Na druhou stranu, pokud se do atmosféry vypouští skleníkových plynů příliš, což už se zhruba 150 let děje, skleníkový efekt začne být příliš silný a planeta se otepluje.

Zajímavé je, že skleníkový efekt nefunguje jen na Zemi, ale třeba i na Venuši. Ta má atmosféru z 97 % z oxidu uhličitého a díky skleníkovému efektu je na ní průměrná teplota asi 460 °C.

Po úvodních otázkách a výkladu ke skleníkovému efektu můžete žákům položit ještě tuto otázku:

- Jaký je rozdíl mezi skleníkovým efektem a zesíleným skleníkovým efektem?

Kvůli **zesílenému** skleníkovému efektu dochází ke globálnímu oteplování a zodpovědné za něj jsou skleníkové plyny, např. oxid uhličitý a methan, vznikající zejména lidskou činností. Skleníkový efekt jako takový je přirozený jev, který pomáhá udržovat průměrnou teplotu planety na úrovni vhodné pro život.

**Vliv vodní páry:**

Lekce se nezabývá vodní parou, nicméně může být užitečné žákům zmínit, jakou má voda roli ve skleníkovém efektu a klimatické změně. Množství vodní páry v atmosféře je závislé na teplotě, čím vyšší teplota, tím více vody se vypaří. Vodní pára tak vytváří tzv. pozitivní zpětnou vazbu. Čím více se Země ohřívá, tím víc k dalšímu ohřívání přispěje vodní pára. Voda se z atmosféry dostává pryč v podobě srážek, takže má poměrně krátký efekt, nicméně z dlouhodobého hlediska voda reaguje na zesílený skleníkový efekt a zvětšuje ho.

**TIP:** K vysvětlení skleníkového efektu můžete využít také interaktivní schéma (je stejné jako v prezentaci) z online kurzu Klimatická změna, konkrétně z kapitoly 2 (Proč se mění klima?). Schéma obsahuje 3 body, po jejichž rozkliknutí se ukáže vysvětlení. Tato verze je vhodná spíše pro starší žáky anebo k doplnění vašeho výkladu.

K interaktivitě „Skleníkový efekt“ můžete dojít v 2. kapitole kurzu Klimatická změna (dostupný zdarma zde: <https://kurz-klimazmena.clovekvtisni.cz>, je třeba se nejprve registrovat), je hned na začátku kapitoly. Druhou možností je si ji otevřít v Bonusové kapitole, která se vám zpřístupní po vystudování celého kurzu a ve které se k interaktivitě dostanete o něco snáz.

**2. Skleníkové plyny (15–20 min)**

V této části žáci samostatně vyhledávají informace v připravených textech a grafikách (příloha 1). Informace se týkají různých skleníkových plynů, každý žák si je doplňuje do tabulky na první straně pracovního listu (příloha 2).

Před lekcí je potřeba vytisknout texty a grafiky z přílohy 1. Vytiskněte jednu sadu do každé skupiny (cca 4–6 žáků). Texty a grafiky jsou voleny tak, aby byly různorodé a žáci se setkali s různými typy informačních zdrojů.

K methanu a oxidu dusnému se vztahují dva texty/grafiky, vždy jeden jednodušší (infografiky) a jeden náročnější (Sdělení Evropské komise u methanu a odborný článek u oxidu dusného). Zvolte pro každou z těchto látek jeden text/grafiku podle stáří a úrovně žáků. Pro žáky vyššího stupně gymnázia je vhodné zvolit k oběma plynům náročnější verzi.

Rozdejte žákům pracovní listy (příloha 2), každému jeden, a rozdělte je do skupin po 4–6, každé skupině dejte sadu textů a grafik z přílohy 1.

Řekněte jim, že jejich úkolem bude vyplnit tabulku na první straně pracovního listu. K tomu jim poslouží informace z textů, které dostanou. Na projití textů jim dejte přibližně 12–15 minut. Je to primárně samostatná práce, každý žák čte všechny texty a vyplňuje tabulku sám, ale pokud by žáci s něčím potřebovali pomoci, mohou se obrátit na skupinu.

Pokud mají žáci k dispozici náročnější verze textů, je vhodné žáky upozornit, že nemusí všechny texty číst celé, ale měli by se snažit informace vyhledat. Tento úkol může žáky vést k tomu, aby se učili hledat informace správně a efektivně.

Upozorněte žáky, že není třeba podrobně do tabulky vypisovat úplně všechny způsoby použití a produkce jednotlivých skleníkových plynů, ale stačí shrnout důležité zdroje.

Řekněte žákům, že budou vyplňovat i sloupeček označený jako CO<sub>2</sub>eq. Aby zjistili, co to je, je potřeba si nejprve přečíst text pod tabulkou.

Pokud by žáci měli během získávání informací potíže nebo dotazy, poradte jim.

Vyplněná tabulka může vypadat například takto:

Vzorec	Název	Kde je používán a produkován člověkem	CO <sub>2</sub> eq
CO <sub>2</sub>	oxid uhličitý	spalování (např. zemní plyn a uhlí v elektrárnách a teplárnách, pohonné hmoty), výroba cementu	1
CH <sub>4</sub>	methan	těžba fosilních paliv, chov dobytka, zpracování odpadu, spalování biomasy	28
N <sub>2</sub> O	oxid dusný	zemědělství (při používání umělých dusíkatých hnojiv), spalování biomasy, fosilní paliva, zpracování odpadu	265
NF <sub>3</sub>	fluorid dusitý	leptání polovodičů, čištění komor	16 100
-	fluorované uhlovodíky	chladičí systémy, klimatizace, hasicí pěny	např. 677 nebo 10 200
SF <sub>6</sub>	fluorid sírový	izolační plyn, pokusy	23 500

Některé informace žáci nemusí najít explicitně uvedené v textu, např. některé vzorce nebo názvy, CO<sub>2</sub>eq u CO<sub>2</sub> a N<sub>2</sub>O, či příklady zdrojů CO<sub>2</sub>. U CO<sub>2</sub>eq fluorovaných uhlovodíků je v pořádku uvést jednu či obě hodnoty uvedené v textu.

### 3. Vyhodnocení a CO<sub>2</sub>eq (10 min)

Zeptejte se žáků, kde našli CO<sub>2</sub>eq methanu (je uvedený v textu k CO<sub>2</sub>eq na pracovním listu) a jaká je hodnota CO<sub>2</sub>eq pro CO<sub>2</sub> (je to 1 a tato hodnota nikde není uvedena, museli k ní dojít logicky).

Promítněte žákům příklad vyplněné tabulky (snímek 3). Je vhodné je upozornit, že je to možnost, jak může být tabulka vyplněná, a že k fluorovaným uhlovodíkům mohli napsat jakýkoliv ze dvou uvedených CO<sub>2</sub>eq, protože každý fluorovaný uhlovodík má jinou hodnotu.

Pokud mají žáci otázky, dejte na ně prostor.

V případě, že žáci měli náročnější verze textů, zeptejte se:

- *Kdo poprvé četl odborný článek?*
- *Jak složité bylo v textech najít informace?*

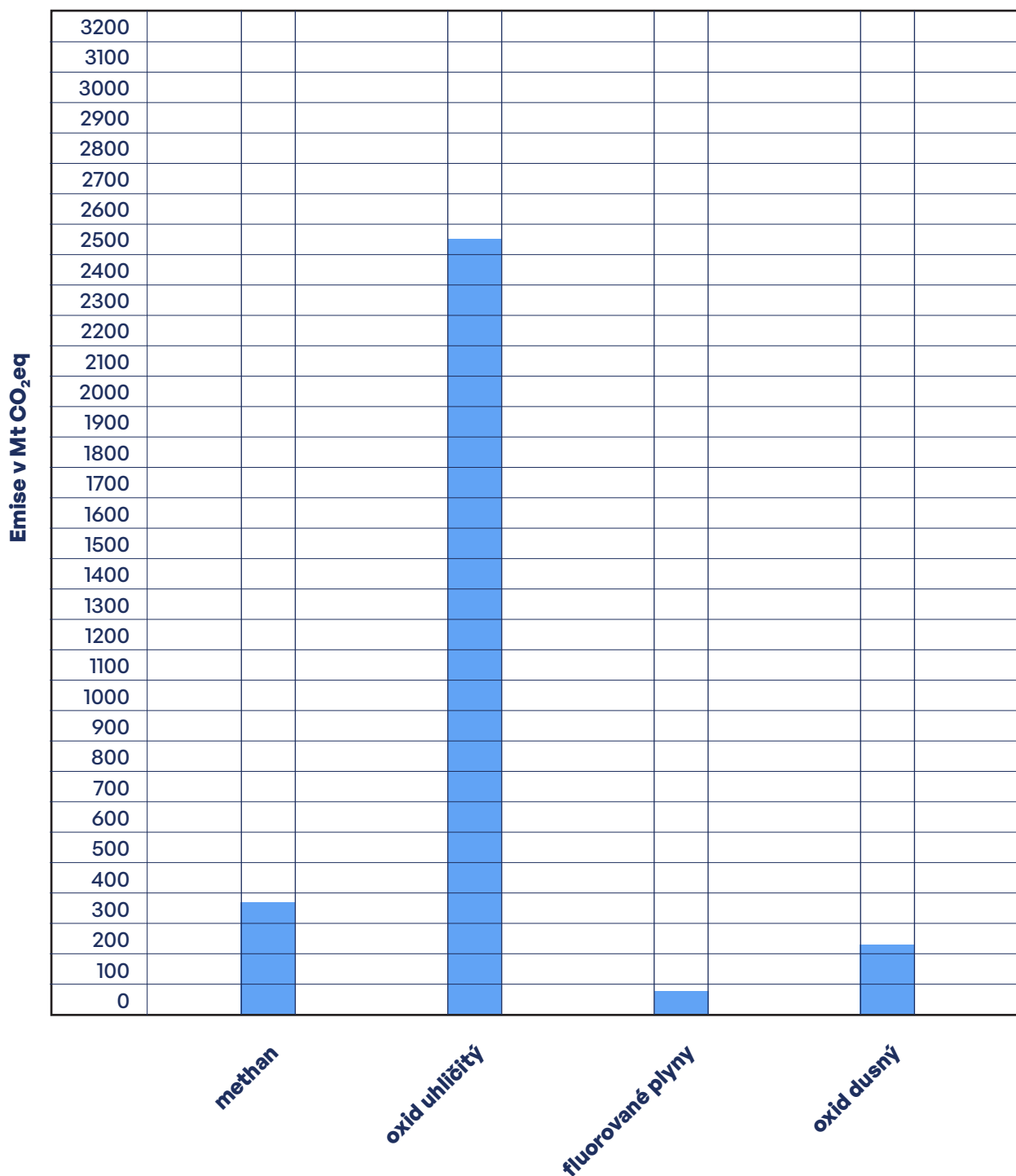
Zhodnotit to lze např. pomocí zdviženého palce – každý rukou ukáže, jak složitý pro něj text byl, palec nahoru je velmi jednoduchý, palec dolů je velmi složitý, případně cokoli mezi tím.

Upozorněte, že ze zjištěných CO<sub>2</sub>eq mohou žáci vidět, že každý plyn přispívá ke skleníkovému efektu jinak. Třeba 1 kg SF<sub>6</sub> je jako 23 500 kg neboli 23,5 t CO<sub>2</sub>. Přichází ovšem otázka, který skleníkový plyn je nejvíce problematický, nejvíce přispívá globálnímu oteplování a mělo by se tedy nejvíce zaměřit na snížení jeho emisí.

Rozdělte žáky do skupin po čtyřech až šesti, klidně tak, jak byli při předchozí aktivitě. Budou pracovat s druhou stranou svého pracovního listu. Na této straně nahoře mají tabulku s daty o emisích jednotlivých skleníkových plynů v EU v roce 2020. Fluorované uhlovodíky, fluorid dusitý a sírový jsou zde souhrnně označeny jako fluorované sloučeniny. Doptejte se žáků, kolik tun je Mt neboli megatuna (někteří si mohou všimnout, že je to v tabulce uvedené).

Úkolem žáků je ve skupinách přepočítat emise v Mt na Mt CO<sub>2</sub>eq (tedy hodnota u CO<sub>2</sub> zůstane stejná, pro methan hodnotu vynásobí 28, pro N<sub>2</sub>O hodnotu vynásobí 265 a pro fluorované uhlovodíky mají přímo uvedenou souhrnnou hodnotu CO<sub>2</sub>eq). Doporučujeme probrat se všemi dohromady, jak se emise v CO<sub>2</sub>eq vypočítají.

Vypočítané hodnoty nechte žáky zakreslit do grafů, aby měli před sebou vizuální porovnání. Výsledný graf může vypadat zhruba takto:



Zeptejte se žáků, který plyn nejvíce přispívá skleníkovému efektu. Je to oxid uhličitý, druhým je methan. Promítněte žákům graf se správně zakreslenými hodnotami (snímek 4), aby si mohli zkontrolovat, jestli došli ke správným hodnotám.

Zeptejte se žáků, jestli jsou schopni zhruba odhadnout (od oka, netřeba počítat), jakou část tvoří právě CO<sub>2</sub> (je to cca 80 %). Právě proto se lidstvo nejvíce zaměřuje na tento plyn a snaží se snížit jeho emise.

#### 4. Co dál? (5–10 min)

Je pravděpodobné, že žáky bude po předchozích úkolech zajímat, jaké jsou cesty ke snížení emisí skleníkových plynů, a je vhodné tímto navázat. Nejlepší možností je pokračovat další hodinu lekcí, která se tomuto podrobně věnuje (např. lekce Jak snížit české emise <https://ucimoklimatu.cz/vyukove-materialy/jak-snizit-ceske-emise>). Pokud se rozhodnete navázat příští hodinu takovou lekcí, oznamte to žákům a následující část textu přeskočte až k reflexi.

Zaměřte se se žáky na emise CO<sub>2</sub>. Promítněte jim graf zdrojů CO<sub>2</sub> v prezentaci (snímek 5) a zeptejte se jich, kde vidí příležitost snížit emise nebo jestli o nějakých omezeních slyšeli v médiích.

Příklady, jak lze snížit emise nebo jaká opatření zavést:

- Omezení spalovacích motorů a přechod k elektromobilitě. Můžete se žáků zeptat, jak lze snížit emise při výrobě elektřiny potřebné k pohonu aut.
- Přechod na nízkoemisní zdroje elektřiny (tedy např. solární, větrné a jaderné elektrárny) namísto využívání uhlí a plynu. Uhlí a plyn využívají také teplárny. V prezentaci (snímek 6) najdete infografiku Největší emitenti skleníkových plynů v ČR, jedná se zejména o elektrárny a teplárny.
- Emisní povolenky. Firmy mohou vypouštět skleníkové plyny, jen pokud mají povolení v odpovídající výši emisí. Celkové množství emisních povolenek je stanoveno vládou, firmy s nimi mohou volně obchodovat.
- Uhlíková daň. Daňové zatížení producentů fosilních paliv podle celkového obsahu uhlíku. K emisním povolenkám a uhlíkové dani můžete promítnout snímek 7, kde jsou ukázány země, které tato opatření zavádějí (rozhodně nejde jen o EU).

Výše uvedený výčet samozřejmě nezahrnuje všechny možné kroky, ale jde o ty významné.

Během diskuse se mohou ve třídě vyskytnout některé názory, ke kterým naleznete faktické podklady níže. Můžete žákům tyto informace sdělit nezávisle na tom, jestli v diskusi přímo zazní:

**Názor: Elektřina z nízkoemisních zdrojů bude podstatně dražší a doplatí na to spotřebitelé.**

Fakta: Fakta o klimatu provedli odhad na základě možných scénářů vývoje energetiky a náklady za kWh by měly být jen mírně vyšší. V dnešních cenách byly náklady na kWh čisté spotřeby v roce 2018 cca 3,30–4,20 Kč, v roce 2050 by to mělo být 4,20–4,50 Kč.

**Názor: V rámci transformace energetiky vznikne obrovský počet větrných elektráren.**

Fakta: Pokud uvážíme Jihomoravský kraj, který má pro větrné elektrárny největší potenciál, a konzervativní scénář, v tomto kraji by mělo být celkem přibližně 100 větrných elektráren. To není neúnosné množství, zvláště když zvážíme, jak pozitivní dopad tato změna bude mít na energetiku.

**Názor: CO<sub>2</sub> vyprodukovaný při výrobě cementu, tedy pálení vápna, se váže při tunutí betonu zpět.**

Fakta: CO<sub>2</sub> se sice váže při tunutí malty, ale nikoli při tunutí betonu. Při tom totiž nedochází k reakci se vzduchem, ale s vodou, přičemž vznikají tzv. hydratační produkty.

## 5. Reflexe (5 min)

Na konci lekce nechte žákům ve skupinách chvíli, aby každý řekl alespoň jednu pro něj zajímavou informaci, kterou se během lekce dozvěděl. Nakonec společně sdílejte, jaké informace žáci ve skupinkách zmiňovali, a to tak, aby každá skupina sdílela alespoň jednu informaci.

### Zdroje:

Fakta o klimatu [online]. Otevřená data o klimatu, z. ú., 2023 [cit. 2023-05-03].

Dostupné z:

- Slovník pojmů – CO<sub>2</sub>eq: <https://faktaoklimatu.cz/slovník#co2eq>
- Jakou roli hrají emise CO<sub>2</sub> z výroby cementu v klimatické změně?: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/emise-vyroba-cementu>
- Potenciál větrné energie v ČR: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/potencial-vetrne-energie-cr>
- Jaké cesty mohou dovést Česko k bezemisní elektřině?: <https://faktaoklimatu.cz/explainery/bezemisni-energetika-cr-1-scenare>
- Srovnání mitigačních opatření: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/mitigacni-opatreni-mmf>
- Světové emise CO<sub>2</sub> z fosilních paliv a výroby cementu: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/emise-fosilni-paliva>
- Největší emitenti v ČR v roce 2021: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/nejvetsi-emitenti-cr>
- Zpoplatnění emisí: rozšíření ve světě: <https://faktaoklimatu.cz/infografiky/zpoplatneni-emisi-svet>

MYHRE, G., D. SHINDELL et al.: Anthropogenic and Natural Radiative Forcing. In: Climate Change 2013: The Physical Science Basis. Contribution of Working Group I to the Fifth Assessment Report of the Intergovernmental Panel on Climate Change. Cambridge University Press, Cambridge, United Kingdom and New York, NY, USA.

Dostupné z: [https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5\\_Chapter08\\_FINAL.pdf](https://www.ipcc.ch/site/assets/uploads/2018/02/WG1AR5_Chapter08_FINAL.pdf)

### Přílohy:

Příloha 1: Texty a grafiky

Příloha 2: Pracovní list

Příloha 3: Prezentace

Přílohu 3 naleznete ve formátu powerpointové prezentace ke stažení na tomto odkaze:

<https://ucimoklimatu.cz/vyukove-materialy/kdo-jsou-sklenikove-plyny>



STÁTNÍ FOND  
ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ  
ČESKÉ REPUBLIKY

Tento projekt je spolufinancován  
Státním fondem životního prostředí ČR  
na základě rozhodnutí ministra životního prostředí.  
[www.mzp.cz](http://www.mzp.cz) [www.sfzp.cz](http://www.sfzp.cz)