

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**

**FAKULTA ŽIVOTNÍHO PROSTŘEDÍ**

**Katedra vodního hospodářství a environmentálního  
modelování**



**Globální stmívání jako jev potlačující globální  
oteplování**

**BAKALÁŘSKÁ PRÁCE**

Vedoucí práce: doc. Mgr. Marek Vach, Ph.D.

Bakalant: Anna Marvanová

2020

# ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE

Fakulta životního prostředí

## ZADÁNÍ BAKALÁŘSKÉ PRÁCE

Anna Marvanová

Krajinářství  
Územní technická a správní služba

Název práce

Globální stmívání jako jev potlačující globální oteplování

Název anglicky

Global dimming as a phenomenon suppressing global warming

---

Cíle práce

Cílem této bakalářské práce je základní vymezení pojmu globální stmívání a pojmu globální oteplování. Následně vyhodnocení dosažených informací a popsání souvislostí mezi výše uvedenými pojmy. Nejdůležitějším cílem je zjištění do jaké míry neutralizuje globální stmívání dopadek globálního oteplování a posouzení možností, jak tento problém eliminovat.

Metodika

Prostudování dostupných literárních zdrojů.

Prostudování dosud provedených výzkumů a experimentů.

Analýza, porovnání a vyhodnocení údajů.

**Doporučený rozsah práce**

40 stran textu

**Klíčová slova**

Globální stmívání, Globální oteplování, Aerosol, Znečištění, Skleníkové plyny

---

**Doporučené zdroje informací**

GORE, A. *Nepříjemná pravda : naše planeta v ohrožení – globální oteplování a co s ním můžeme udělat.* Praha: Argo, 2007. ISBN 978-80-7203-868-8.

JENÍK, J. – HOUGHTON, J. – JENÍKOVÁ, K. – ČÍLEK, V. *Globální oteplování : [úvod do studia změn klimatu a prostředí].* Praha: Academia, 1998. ISBN 80-200-0636-2.

KUTÍLEK, M. *Racionálně o globálním oteplování.* Praha: Dokořán, 2008.

LIPENSKÁ, K. – CRAVEN, G. *Hrozí nám globální oteplování? : průvodce inteligentního laika džunglí veřejné debaty.* Praha: Prostor, 2012. ISBN 978-80-7260-259-9.

---

**Předběžný termín obhajoby**

2019/20 LS – FŽP

**Vedoucí práce doc. Mgr.**

Marek Vach, Ph.D.

**Garantující pracoviště**

Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování

Elektronicky schváleno dne 13. 11. 2019

Elektronicky schváleno dne 25. 11. 2019

---

doc. Ing. Marek Vach, Ph.D.  
Vedoucí katedry

---

prof. RNDr. Vladimír Bejček, CSc.  
Děkan

V Praze dne 26. 02. 2020

### **Prohlášení**

Prohlašuji, že jsem tuto bakalářskou práci vypracovala samostatně, pod vedením doc. Mgr. Marka Vacha, Ph.D.

Uvedla jsem všechny literární prameny a publikace, ze kterých jsem čerpala. Prohlašuji, že tištěná verze se shoduje s verzí odevzdanou přes Univerzitní informační systém.

V Praze dne

---

podpis

## **Poděkování**

Ráda bych poděkovala panu doc. Ing. Marku Vachovi, Ph.D. za jeho odborné vedení, konzultace, vstřícnost, trpělivost a v neposlední řadě za nápady a připomínky při vypracování bakalářské práce.

Dále bych ráda poděkovala své rodině a přátelům za podporu při psaní této práce.

V Praze dne

---

podpis

## **Abstrakt:**

Tato bakalářská práce je zaměřena na problematiku globálního stmívání a globálního oteplování. Jejím obsahem bude vymezení základních pojmů těchto dvou jevů. Příčinou globálního stmívání je především zvýšená přítomnost aerosolů v atmosféře, která redukuje množství slunečního záření dopadajícího na naši planetu. Hlavním cílem bakalářské práce je zhodnotit, do jaké míry ovlivňuje a neutralizuje globální stmívání globální oteplování. K práci budou použita data a výzkumy z minulých let.

**Klíčová slova:** globální stmívání, globální oteplování, aerosol, znečištění, skleníkové plyny

## **Abstract**

The bachelor thesis focuses on the area of global dimming and global warming. It includes definitions of basic concepts related to these two phenomena. The cause of global dimming consists primarily in the increased presence of aerosols in the atmosphere, which results in a reduction of solar radiation reaching our planet. The thesis aims mainly at specifying the extent to which global warming affects and neutralises global dimming. Data and research results of previous years will be used in the thesis.

**Keywords:** global dimming, global warming, aerosols, pollution, greenhouse gases

# Obsah

1.	Úvod.....	1
2.	Cíl práce .....	2
3.	Metodika .....	2
4.	Základní pojmy .....	3
4.1.	Ovzduší.....	3
4.2.	Zdroje znečišťování ovzduší .....	4
4.3.	Látky znečišťující ovzduší .....	6
4.3.1.	Oxid siřičitý.....	6
4.3.2.	Oxid uhelnatý .....	7
4.3.3.	Oxid uhličitý .....	8
4.3.4.	Oxidy dusíku .....	8
4.3.5.	Tuhé znečišťující látky, částice PM10 a PM2,5 .....	9
4.3.6.	Těkavé organické látky .....	10
4.3.7.	Přízemní ozón.....	11
4.4.	Aerosoly .....	11
4.5.	Skleníkový efekt.....	12
5.	Globální oteplování.....	15
5.1.	Pojem globální oteplování.....	15
5.2.	Doklady globálního oteplování .....	16
5.3.	Dopady globálního oteplování .....	19
6.	Globální stmívání.....	23
6.1.	Pojem globální stmívání.....	23
6.2.	Doklady globálního stmívání .....	23
6.2.1.	USA.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.2.2.	Izrael.....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.2.3.	Austrálie .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.2.4.	Maledivy .....	<b>Chyba! Záložka není definována.</b>
6.3.	Dopady globálního stmívání .....	29
7.	Dotazník .....	31
7.1.1.	Výsledky .....	32
7.1.2.	Vyhodnocení.....	38
8.	Diskuze.....	39
9.	Závěr .....	40

10.	Přehled literatury a použitých zdrojů .....	41
11.	Obrázky .....	43



# 1. Úvod

Ovzduší, respektive znečišťování ovzduší je velmi závažný problém globálního charakteru. I přesto, že je ve spoustě zemí ochrana ovzduší regulována různými právními předpisy a zákony, je do ovzduší následkem lidské činnosti vypouštěno mnoho škodlivých látek. Tato antropogenní činnost vede právě k zmiňovanému jevu globální stmívání, jehož význam vysvětlím níže.

Globální stmívání, které souvisí s přítomností tuhých nebo kapalných aerosolů v atmosféře, má z hlediska radiační bilance opačný efekt oproti antropogennímu navyšování skleníkového efektu vedoucímu ke globálnímu oteplování. V této souvislosti tedy může globální stmívání do jisté míry kompenzovat účinky globálního oteplování, z čehož však nelze dovozovat, že by znečišťování ovzduší antropogenními emisemi aerosolů nebylo výrazně negativním jevem

V této závěrečné práci budou níže vysvětleny a zmíněny zdroje znečištění ovzduší a látky znečišťující ovzduší. Budou zde popsány důkazy o existenci globálního stmívání, které není veřejnosti tak známé jako globální oteplování. Rovněž popíši negativní dopady globálního oteplování, které ohrožují naši planetu. Bude také proveden průzkum ohledně informovanosti veřejnosti o problému globálního stmívání.

## **2. Cíl práce**

Cílem této bakalářské práce je základní vymezení pojmu globální stmívání a pojmu globální oteplování. Následně vyhodnocení dosažených informací a popsání souvislostí mezi výše uvedenými pojmy. Nejdůležitějším cílem je zjištění do jaké míry neutralizuje globální stmívání dopad globálního oteplování a posouzení možností, jak tento problém eliminovat.

## **3. Metodika**

Prostudování dostupných literárních zdrojů.

Prostudování dosud provedených výzkumů a experimentů.

Analýza, porovnání a vyhodnocení údajů.

## 4. Základní pojmy

### 4.1. Ovzduší

Ovzduší neboli vzdušný obal Země či atmosféra, všechny tyto pojmy můžeme použít, chceme-li se bavit o velmi důležité složce životního prostředí. Jedná se o vzduch, díky kterému žijeme a který vdechujeme do plic a jehož si dle mého názoru v současné době moc nevážíme a neklademe na něj příliš velký důraz.

Z chemického hlediska můžeme atmosféru rozdělit na dusík, kyslík, vzácné plyny, vodní páru a oxid uhličitý. Ovzduší je možno rozčlenit i vertikálně. První vrstvou je troposféra, nejnižší vrstva atmosféry, která je na pólech vysoká 8-9 kilometrů a na rovníku jednou tolik. Další vrstva je stratosféra, která je od troposféry oddělena tropopauzou, tenkou přechodovou vrstvou. Tato vrstva sahá až do výšky 50 kilometrů. Obě tyto vrstvy mají vliv na počasí. Následuje mezosféra, kterou od stratosféry odděluje stratopauza, opět tenká přechodová vrstva. Mezosféra je široká asi 30 kilometrů a tudíž dosahuje výšky až 80 kilometrů od Země. Zde teplota sahá až do -90 stupňů Celsia. Následuje opět tenká přechodová vrstva mezopauza a vrstva termosféra. Tato vrstva dosahuje výšky až 500 kilometrů a teplota se zde mění z minusových hodnot až na 1600 stupňů Celsia. Polární záři můžeme zpozorovat právě v této vrstvě. Nejbližší od Země je exosféra, která přímo navazuje na termosféru a následně na meziplanetární prostor. Ze vzduchu se zde stává vakuum. [METEOPRESS 2020]

Dalšími pojmy, které s mojí prací souvisí, jsou počasí a podnebí, které následně vysvětlím. Pojem počasí popisuje okamžitý stav ovzduší v daném místě a v krátkém časovém intervalu. Je to momentální situace pro nás v nejbližší vrstvě, a to v troposféře. Počasí lze popsat meteorologickými prvky, jako např. teplota, srážky, vítr, oblačnost a tlak a meteorologickými jevy, jako např. bouřka, mlha a duha. Naproti tomu podnebí, anebo klima, je dlouhodobý stav ovzduší v daném místě. [Bukáček 2008]

Například Česká republika leží v mírném pásu, tudíž se zde střídají čtyři roční období, jaro, léto, podzim, zima. Naproti tomu například Peru leží v pásu tropickém,

kde se střídá období dešťů a sucha. Podnebí tedy ovlivňuje vzdálenost od rovníku, vzdálenost od oceánu, nadmořská výška a zeměpisná šířka.

Ideální stav, kdy by byl vzduch naprosto čistý, je nereálný. Znečišťování ovzduší je problémem už po staletí a vždy na planetě bylo nějaké přirozené znečištění. Zhoršené lidské zdraví a zvýšená mortalita je cena, kterou platíme za průmysl, dopravu a další. Samozřejmě, že všechny antropogenní činnosti, jako zmíněný průmysl a doprava, jsou nedílnou součástí našeho života, avšak měli bychom se zamyslet, do jaké míry tyto činnosti budeme provádět a jakým způsobem.

## **4.2.Zdroje znečišťování ovzduší**

Pro přesné pochopení globálního stmívání a globálního oteplování je nutné vysvětlit základní pojmy, které se týkají těchto dvou jevů. Mezi hlavní a největší zdroj znečišťování ovzduší patří nepochybně antropogenní činnost, čili znečištění, za které jsme zodpovědní my lidé. Tato aktivita zahrnuje především spalování fosilních paliv při výrobě elektřiny, silniční, železniční, vodní i leteckou dopravu, průmysl a energetiku, zpracování odpadu a zemědělství. Je zde možno uvést daleko více příkladů, jako kupříkladu tavírny skla, cigarety, zkoušky jaderných zbraní, těžbu uhlí a dalších hornin, skládky odpadů nebo stavební činnost. Můžeme zde zmínit i takové maličkosti jako jsou spreje na vlasy a rozpouštědla, výpary z nátěrů či nevhodné obdělávání půdy. Všechny tyto skupiny jsou do jisté míry omezovány právními předpisy. Evropská unie si klade za dlouhodobý cíl dosáhnout tak dobré úrovně kvality ovzduší, která nebude ohrožovat lidské zdraví a životní prostředí. European Environment Agency (EEA) je evropská agentura pro životní prostředí, která se snaží uplatňovat právní předpisy Evropské unie, které souvisí s emisemi vypouštěných do ovzduší a s jeho kvalitou. EEA poskytuje také datové centrum o znečištění ovzduší, kde jsou veškeré údaje a informace o množství znečišťujících látek v ovzduší v důsledku antropogenní činnosti. Hlavní jejich prioritou je poskytování informací evropským a národním institucím, odborníkům, výzkumným pracovníkům, ale také veřejnosti. [Evropská agentura pro životní prostředí 2017]

I přes to, že antropogenní činnost tvoří opravdu velkou složku, která znečišťuje životní prostředí, především tedy zmíněný vzduch, který my lidé vdechujeme do plic, jsou zde i jiné zdroje znečišťování ovzduší. Jsou to takové zdroje, které nedokáží lidé ovlivnit nebo jim předejít, jsou přirozeného charakteru. Mezi tyto zdroje patří sopečné erupce, lesní požáry, písek z pouští, bioplyn, radioaktivní plyn radon, který se uvolňuje ze zemské kůry a prach.

Zdroje znečišťování ovzduší můžeme také rozdělit a kategorizovat na zdroje mobilní neboli REZZO 4, které lze definovat jako zdroje samohybné, pohyblivé či přenosné jako například dopravní prostředky, nesilniční mobilní stroje a přenosná nářadí se spalovacím motorem. Opakem mobilních zdrojů jsou zdroje stacionární, což jsou například šachty, lomy, spalovací zařízení sklady a skládky paliv nebo plochy, kde jsou prováděny různé stavební činnosti. Tyto zdroje jsou dále rozčleněny na vyjmenované a ostatní. Také můžeme stacionární zdroje kategorizovat podle tepelného příkonu či výkonu, a to následovně:

- REZZO 1 – zvláště velké spalovací zdroje, tzn. spalovací zdroje o jmenovitém tepelném příkonu  $\geq 50$  MW bez ohledu na výkon
- REZZO 1 – velké spalovací zdroje, tzn. spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu  $> 5$  do 50 MW a příkonu  $< 50$  MW, ostatní spalovny odpadů, neuvedené v předchozím bodě
- REZZO 2 – střední spalovací zdroje, tzn. spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu  $\geq 0,2$  a  $\leq 5$  MW
- REZZO 3 – malé spalovací zdroje, tzn. spalovací zdroje o jmenovitém tepelném výkonu  $< 0,2$  MW

Tuto kategorizaci můžeme vzhledem k tomu, že ji zákon č. 201/2012 Sb., o ochraně ovzduší zrušil brát pouze jako informativní. (Vach 2013)

Dále je možno zdroje znečištění rozdělit podle typů. Podle tohoto členění se jedná o zdroje:

- a) bodové – komíny, výduchy a další
- b) plošné -> sklady, skládky, parkoviště, křižovatky, lokální topeniště, lomy, staveniště, cementárny a další
- c) liniové -> dálnice, silnice, pásové dopravníky prašných látek a další

### **4.3.Látky znečišťující ovzduší**

Za znečišťující látku se bere látka, která nějakým způsobem ohrožuje lidské zdraví, životní prostředí nebo obtěžuje svým zápachem. Výčet znečišťujících látek v této závěrečné práci určitě nebude kompletní. Uvedu zde a vysvětlím pouze ty látky, které je nutné vysvětlit z hlediska porozumění závěrečné práci.

Jak už jsem zmínila výše, látky lze rozdělit na ty, které pochází z antropogenní činnosti a na ty přirozené. Látky znečišťující životní prostředí lze klasifikovat na látky primární a látky sekundární. V případě primárních látek jde o látky vypouštěné přímo do atmosféry. V případě sekundárního znečištění se jedná o takové látky, které vzniknou pomocí fotochemických reakcí primárních polutantů. Polutant je látka, plynného, tekutého či pevného charakteru, která má škodlivý vliv na živé organismy.

#### **4.3.1. Oxid siřičitý**

Oxid siřičitý ( $\text{SO}_2$ ) patří společně s oxidem sírovým ( $\text{SO}_3$ ) mezi oxidy síry. Je to bezbarvý, štiplavě páchnoucí plyn. Není hořlavý a v případě kyselého roztoku ho lze dobře rozpustit ve vodě. [Petrlík, Válek 2014]

Přirozeným zdrojem  $\text{SO}_2$  je vulkanická činnost a lesní požáry. Při antropogenní činnosti je hlavním zdrojem průmyslová výroba a energetika, především to je

spalování fosilních paliv, tzn. ropa, zemní plyn a uhlí, zejména hnědé. Zdrojem je také chemický průmysl i domácí topeniště. [Arnika 2014]

V atmosféře oxiduje  $\text{SO}_2$  na sírany a  $\text{SO}_3$ , a ten je díky vlhkosti ihned hydratován na aerosoly kyseliny sírové. Kvůli této reakci vznikají kyselé deště. (Drkal 1997)

$\text{SO}_2$  má velmi negativní účinky na lidské zdraví. Způsobuje dýchací potíže, poškození plic, bronchitidu a podporuje záněty průdušek a chronické astma.

#### **4.3.2. Oxid uhelnatý**

Oxid uhelnatý (CO) je hořlavý, silně toxický a bezbarvý plyn bez zápachu, který vzniká při procesech, u nichž dochází k nedokonalému spalování fosilních paliv, za což může nedostatek přístupu vzduchu. Hmotnostně je velmi podobný vzduchu a je špatně rozpustný ve vodě. [Havel, Válek 2014]

Antropogenní činností, která přispívá ke vzniku CO, je hlavně silniční doprava, domácí topeniště. Avšak zdrojem může být i špatně fungující plynové ohříváče či cigaretový kouř.

Zvýšené koncentrace CO mohou způsobovat bolesti hlavy, zhoršující koordinaci a snižují pozornost.

Díky metodám pro jeho odstraňování, se CO v atmosféře téměř nemění po několik století. (Obroučka 2001)

### 4.3.3. Oxid uhličitý

Oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ) je jeden ze skleníkových plynů to znamená, že je schopný absorbovat infračervené záření Země. Je to bezbarvý plyn bez chuti a bez zápachu a vyskytuje se jak v plynném, pevném i kapalném skupenství. Bez lidského vlivu by byl v atmosféře obsah  $\text{CO}_2$  stabilní. Od průmyslové revoluce se jeho koncentrace zvýšila o 30%.

Hromadění  $\text{CO}_2$  je v aktuální době nejvyšší jaké kdy bylo. Hlavní příčinou zvyšování se  $\text{CO}_2$  v atmosféře je spalování fosilních paliv, avšak zdrojem může být i doprava či domácí topeniště. Oxid uhličitý velmi přispívá ke globálnímu oteplování.

$\text{CO}_2$  může ve vyšších koncentracích způsobit ztrátu vědomí či smrt. [Kleger, Válek 2014]

### 4.3.4. Oxidy dusíku

Tato skupina látek obsahuje širokou škálu oxidů dusíku ( $\text{NO}_x$ ). Mezi nejznámější a nejčastější patří oxid dusnatý ( $\text{NO}$ ) a oxid dusičitý ( $\text{NO}_2$ ). Oxid dusnatý je plyn bez barvy a bez zápachu, naproti tomu oxid dusičitý je červenohnědý plyn štiplavého zápachu.

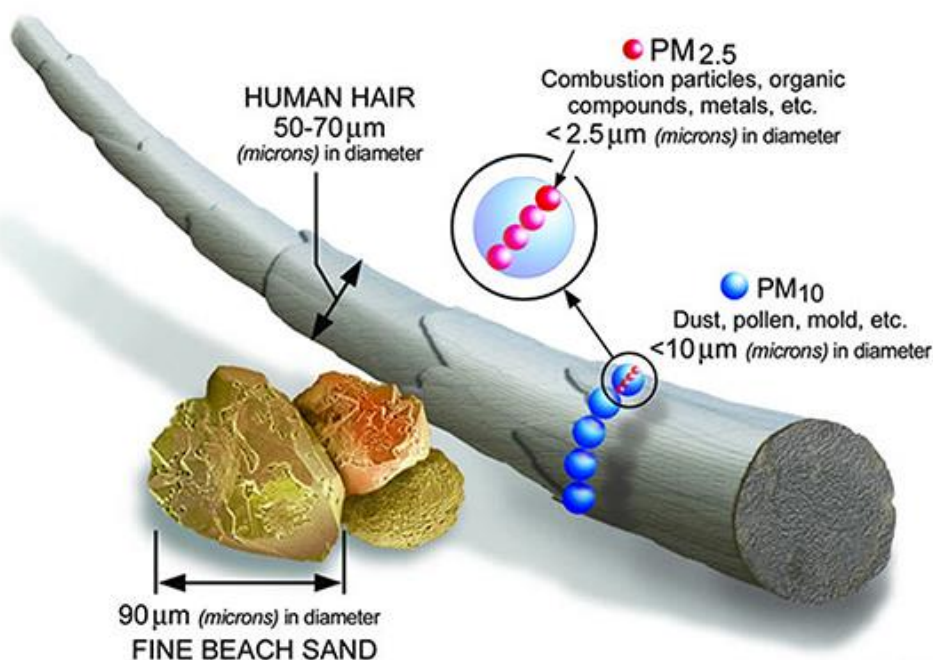
Hlavním zdrojem je doprava a spalovací procesy ve stacionárních zdrojích. Ze zdrojů přírodních to jsou blesky při bouřkách, požáry a např. biologické procesy v půdách. [Havel, Vebr, Válek 2014]

Z  $\text{NO}_2$ , kyslíku a těkavých organických látek vzniká tzv. fotochemický smog a také přispívá k tvorbě přízemního ozonu. [Bystrianský 2010]  $\text{NO}_x$  stejně jako ostatní znečišťující látky jsou ve vysoké koncentraci pro člověka nebezpečné, avšak v tak vysoké míře koncentrace se vyskytují zřídka.

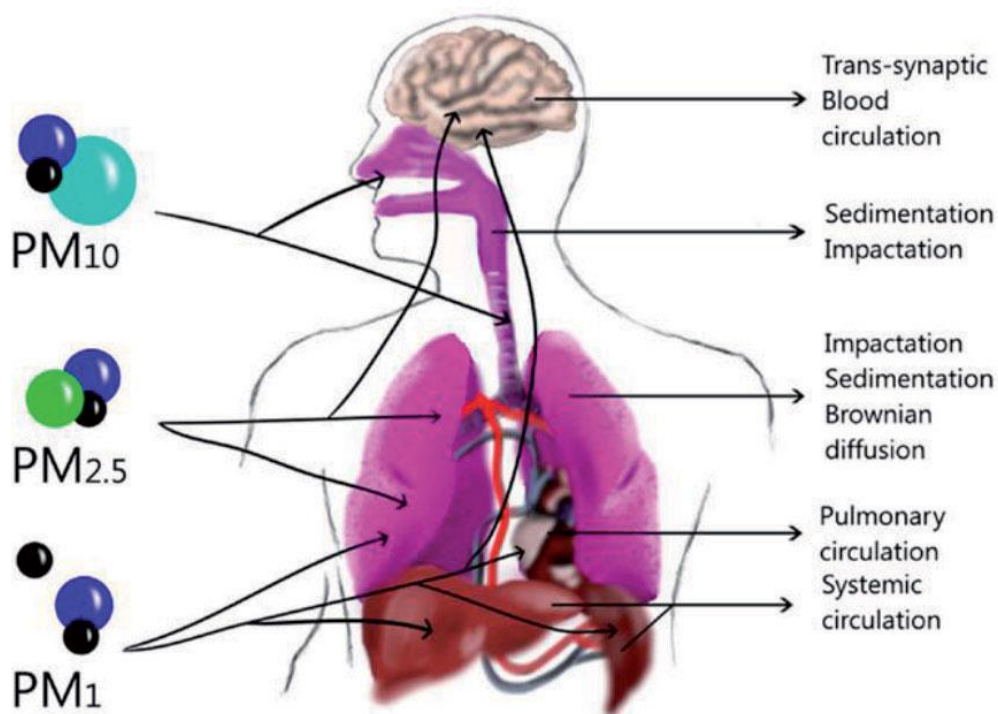


### 4.3.5. Tuhé znečišťující látky, částice PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub>

Tuhé znečišťující látky (TZL) neboli suspendované částice, partikulární hmota, pevné částice či prachové částice pochází z anglické zkratky PM (particulate matter). Tyto částice lze rozdělit na primární a sekundární. U primárních je zdrojem jak přírodní tak antropogenní činnost. Sekundární jsou utvářeny v atmosféře z plynných prekurzorů. Jako hlavní zdroj můžeme uvést dopravu, výrobu energie, lokální topeniště nebo zemědělství. V domácnosti může být zdrojem polévatého prachu například svíčka, lak na vlasy, nebo pouze hořící vařič. [Petrлік et al. 2014] Částice mají různou velikost, chemické složení i tvar. Důležitým faktorem je velikost částic, která hraje důležitou roli u lidského zdraví. Částice můžeme rozdělit na hrubou frakci neboli PM<sub>10</sub> a jemnou frakci PM<sub>2,5</sub>. Toto rozdělení hraje významnou roli právě při vdechování těchto částic lidmi. Zatímco částice PM<sub>10</sub> jsou schopny se dostat do dýchacích cest, částice PM<sub>2,5</sub> se mohou dostat až do plic a částice PM<sub>1</sub> - ultrajemné můžou doputovat až do plicních sklípků. [Skeřil 2017]



Obr.1: Znázornění velikosti částic PM<sub>10</sub> a PM<sub>2,5</sub> (URL 1)  
zleva: zrnko písku, lidský vlas, částice PM<sub>10</sub> (modře) a částice PM<sub>2,5</sub> (červeně)



Obr. 2: Částice PM<sub>10</sub>, PM<sub>2.5</sub> a PM<sub>1</sub> v dýchacím ústrojí člověka (URL 2)

#### 4.3.6. Těkavé organické látky

Těkavé organické látky (VOC z angl. Volatile Organic Compounds) jsou chemické látky zahrnující spoustu sloučenin jako uhlovodíky a deriváty uhlovodíků. Zdroje VOC jsou opět jak přírodního tak antropogenního původu. Mezi přírodní látky můžeme zařadit např. mentol, pižmo, kafr nebo vonné látky v koření a ovoci. Zdrojem jsou lesní požáry a anaerobní procesy v močálech a bažinách. Z látek vycházejících z lidské činnosti je to pak např. benzen, toluen, aceton, liminen, chloroform, styren a další. Tady je zdrojem nespočet věcí jako lepidla, barvy, kosmetické přípravky, dezinfekce, rozpouštědla, elektronika, spalování fosilních paliv, plyny z dopravních prostředků, petrochemický průmysl, skladování a distribuce benzínu.

Tyto látky mají výrazné aroma, které může být člověku příjemné či nepříjemné a mají velice špatný vliv na lidské zdraví, způsobit může bolest hlavy, podráždění nosu, očí, hrdla, ztráta koordinace, nevolnost až v těžších případech otrava. [Minářová 2020]

VOC mají také podíl na tvorbě fotochemického smogu a přízemního ozónu.

#### **4.3.7. Přízemní ozón**

Přízemní ozón ( $O_3$ ) je sekundární znečišťující látka, to znamená, že není do atmosféry vypouštěna přímo, ale vzniká během fotochemických reakcí z tak zvaných prekurzorů. Mezi prekurzory  $O_3$  patří  $NO_x$  a VOC. Velkou roli při tvorbě  $O_3$  hraje sluneční záření, proto je koncentrace  $O_3$  nejvyšší zejména v létě při horkých letních dnech. Vzhledem k faktu, že ozón jako tříatomová molekula absorbuje tepelné záření, řadíme ho ke skleníkovým plynům.  $O_3$  je špatně rozpustný ve vodě a má velmi negativní účinky pro lidské zdraví. Způsobit může bolest hlavy, podráždění očí, nosní sliznice a kašel. Při vdechování ozónu může dojít k těžkým dýchacím potížím.

#### **4.4. Aerosoly**

Aerosoly jsou drobné, pevné nebo kapalné částičky rozptýlené v atmosféře. Jejich velikost se pohybuje od 10 nm do 100  $\mu m$ . Čím jsou částice větší, tím rychleji padají k zemi. Pevné částice můžeme najít v prachu, kouři a v mracích. Kapalné částice pak nalezneme v mracích a v mlze. Aerosoly se nacházejí i v podobě mořské soli, která se uvolňuje nad oceánem z mořských vln. [Jungwirth 2003]

Původ aerosolů spočívá jak v přírodní tak antropogenní činnosti. Mezi přírodní zdroje můžeme opět jmenovat sopečnou činnost nebo lesní požáry.

Aerosoly mají v podstatě přesně opačný vliv než skleníkové plyny. Aerosoly totiž odrážejí sluneční záření zpět do vesmíru. Děje se tak přímo i nepřímo. U přímého způsobu je sluneční záření aerosoly přímo odráženo nebo absorbováno, což reprezentuje vznik tepla, které je následně vyzářeno zpět do vesmíru.

U nepřímého způsobu vede zvýšené množství aerosolů ke zvýšení vodních kapiček v atmosféře. Mraky, obsahující tyto mikrokapičky odrážejí více slunečního záření. Tyto mikrokapičky mají také za následek to, že z mraků méně prší, tudíž vydrží déle a neustále odráží sluneční záření.

#### **4.5. Skleníkový efekt**

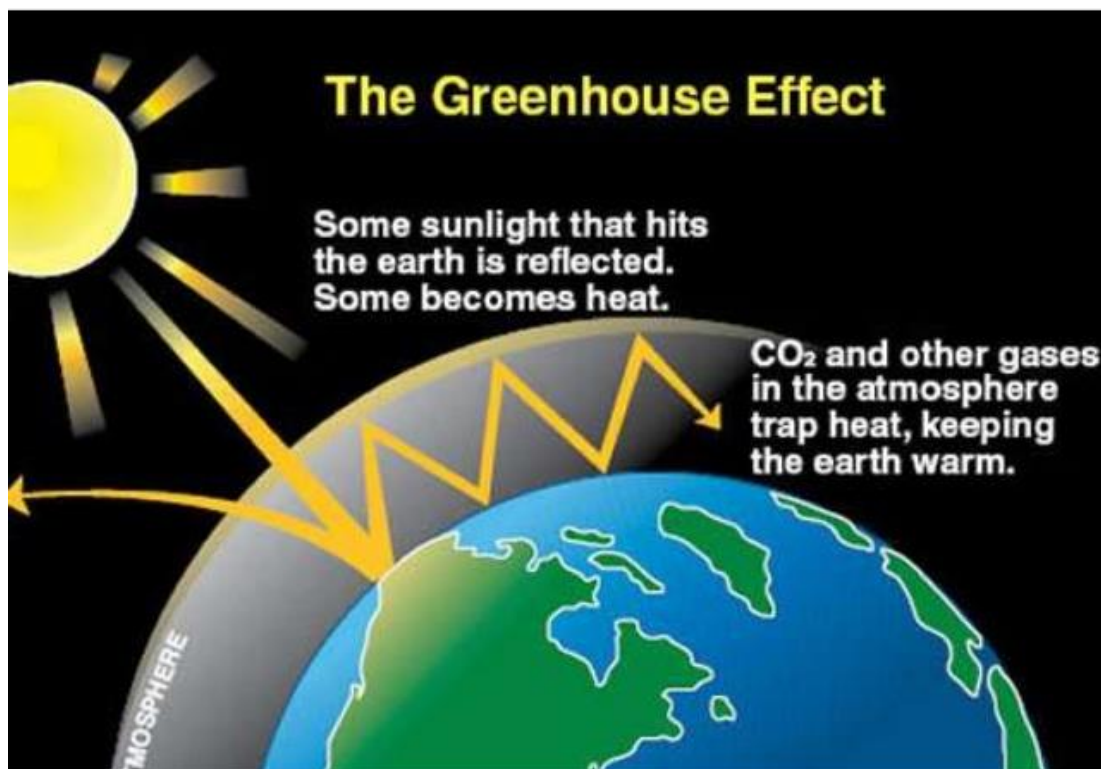
Skleníkový efekt dostal svůj název na základě skutečnosti, že proces, který probíhá v obyčejném skleníku na rostliny, můžeme přirovnat právě k jevu, ke kterému dochází na Zemi – jejich princip je stejný.

Skleníkový efekt je proces, při kterém dochází k ohřívání naší planety. Na Zemi dopadá krátkovlnné záření, které planetu zahřívá. Menší podíl tohoto krátkovlnného záření je odražen zpět do vesmíru, větší část je absorbována zemským povrchem, který tuto energii následně vyzařuje ve formě tepelného, infračerveného záření, jehož fotony nižších energií jsou pohlcovány skleníkovými plyny. Skleníkové plyny jako je například vodní pára, oxidy dusíku, metan, oxid uhličitý a ozon propouští krátkovlnné záření dopadající na Zemi a zároveň jako tři a víceatomové molekuly s vibračními absorpčními módy pohlcují dlouhovlnné záření a brání tak, aby se dostalo zpět do vesmíru.

Skleníkový efekt se přirozeně vyskytuje na Zemi od jakživa, ale s postupem času se následkem antropogenní činnosti jeho působení zvyšuje. Zdrojem skleníkových plynů je převážně spalování fosilních paliv zejména uhlí, ropy a zemního plynu. Dále pak například lesnický, zemědělský a potravinářský průmysl.

Nejvýznamnějším skleníkovým plynem je vodní pára. Vodní pára vede po kondenzaci a vzniku kapének k tvorbě mraků a jejich výskyt záleží na místě, denní i roční době.

Poprvé jsme se se o skleníkovém efektu dozvěděli už v roce 1827, kdy francouzský vědec Jean-Baptist Fourier poukázal na podobnost, která se děje ve skleníku a právě na naší planetě. Tehdy vznikl název „skleníkový efekt“. První měření provedl britský vědec John Tyndall, který předpokládal, že jedna z příčin dob ledových byl úbytek oxidu uhličitého. Z tohoto důvodu měřil v roce 1860 absorpci infračerveného záření. Další měření uskutečnil v roce 1896 švédský chemik Svante Arrhenius, který vypočítal účinek zvýšené koncentrace skleníkových plynů. Jeho odhad byl, že pokud by se koncentrace oxidu uhličitého zdvojnásobila, globální teplota by se zvýšila o 5 až 6 stupňů Celsia. Tento odhad je velmi blízký z námi již známých skutečností. Následně kolem roku 1940 bylo poprvé vypočítáno oteplování vlivem nárůstu oxidu uhličitého, za který může spalování fosilních paliv. To vypočítal G. S. Callendar. V roce 1957 projevil Roger Revelle a Hans Suess ze Scrippsova oceánografického ústavu zájem o klimatickou změnu, za kterou může právě zvýšení koncentrace skleníkových plynů v atmosféře. Ještě téhož roku začala měření oxidu uhličitého na observatoři na Mauna Kea na Havaji. Od osmdesátých let je velmi zvýšená pozornost ohledně spotřeby fosilních paliv a globálního oteplování, která vedla až k podepsání Úmluvy o změně klimatu v roce 1992. (Houghton 1998)

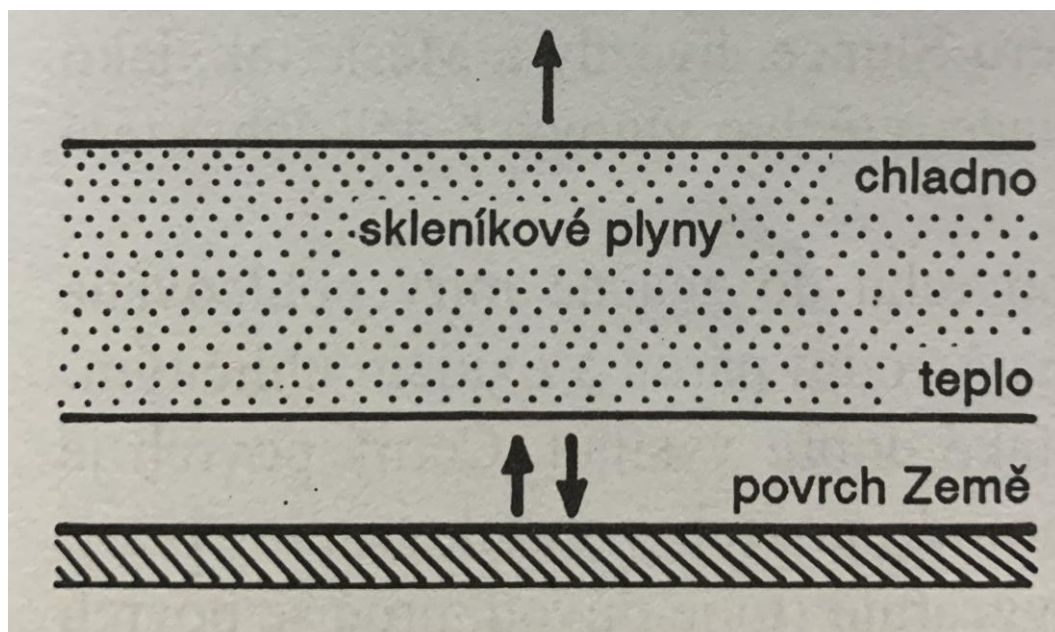


Obr. 3: Skleníkový efekt (URL 3)

Na obrázku vidíme, že významná část slunečního záření dopadá na zemský povrch, který následně vyzařuje tepelné záření. Toto záření je pohlcováno skleníkovými plyny a nedostane se zpět do vesmíru. Tudiž je zde drženo teplo.

Přestože je skleníkový efekt ve spoustě případů chápán jako něco negativního, měli bychom mu být svým způsobem vděční. Bez skleníkového efektu by bylo na Zemi asi o -18 stupňů Celsia méně.

Pro zajímavost bych ráda uvedla planetu Venuši, jejíž hustá atmosféra je tvořena převážně oxidem uhličitým, takže teplota na povrchu této planety je skutečně vysoká. Opakem je planeta Mars, kde je atmosféra tak řídká, že skleníkové plyny se zde v podstatě nevyskytují a teploty jsou extrémně nízké. (Al Gore 2007)



Obr. 4: Krycí účinek skleníkových plynů (Houghton 1998)

## 5. Globální oteplování

### 5.1. Pojem globální oteplování

V této části práce bych se vrátila ke svému tvrzení výše, a to, že skleníkové plyny zachycují infračerveného záření emitované zemským povrchem a brání tak, aby se tato tepelná energie dostala zpět do vesmíru. Právě za tímto procesem se ukrývá celá problematika globálního oteplování. Naše vrstva atmosféry je opravdu tenká a v důsledku antropogenní činnosti natolik houstne a zachycuje velkou část infračerveného záření, že se teplota vzduchu i oceánů rapidně a nebezpečně zvyšuje. (Al Gore 2007)

Vzhledem k velkým klimatickým změnám a přírodním katastrofám je globální oteplování v posledních letech velice diskutované téma. Důsledky globálního oteplování mohou být opravdu katastrofální. Dopady oteplování budeme nebo zcela jistě již pozorujeme, co se týče zvyšování hladin oceánů, tání ledovců, zvýšení lokální intenzity srážek, povodní, such, šíření nemocí nebo v zemědělství.

Lidskou činností přispívající ke globálnímu oteplování jsou veškeré činnosti již zmiňované v této práci, jako je používání hnojiv, chov hospodářských zvířat, kácení lesů, průmysl, zemědělství a především spalování fosilních paliv.

*„Vědci dospěli k závěru, že spalování fosilních paliv (uhlí, ropy a zemního plynu) produkovaných společnostmi způsobuje globální oteplování. Globální oteplování zase způsobuje extrémnější počasí, sucha, požáry a záplavy způsobené stoupající hladinou moře. Dopady na infrastrukturu, ekosystémy a jednotlivce rostou stále více do mnoha měst a států ve Spojených státech a často od nich vyžaduje, aby po extrémních událostech obnovily své komunity a investovaly do nákladných ochranných opatření proti budoucím škodám.“ (Ballew 2020)*

Za posledních sto let se zvýšila globální teplota o 0,74 stupňů Celsia. Jelikož teplota na zemi není všude stejná, tato hodnota je v různých částech Země odlišná. U rovníku je teplotní vzrůst skoro nepatrný a postupně k pólům se stupňuje – zvyšuje se současně se zeměpisnou šířkou. Všechny tyto změny jsou výraznější na severní polokouli. Například v České republice se za 100 let zvýšila průměrná teplota o 1,1 – 1,3 stupně Celsia. Změny, které se týkají vzrůstu teplot, závisí i na tom, zda je oblast vnitrozemská nebo oceánská. (Kutílek 2008)

## **5.2. Doklady globálního oteplování**

Všechny horské ledovce po celém světě tají, včetně And v Jižní Americe. K ledovcům, které jsou postiženy nejvíce, patří Himalájské ledovce, kde leží 100x více ledu než v Alpách. Skeptici se shodují na tom, že tání ledovců a oteplování je přirozená věc, která je tady od jakživa. Studie ledových jader z Antarktidy na stanici EPICA Dome C odhaluje klima za posledních 800 000 let. Ledová jádra byla vyvrtána do hloubky 3 139 m. *„Led obsahuje atmosférický vzduch a roční vrstvy poskytují informace o klimatu v letech, kdy sníh spadl. Směs izotopů vody v ledu odhaluje teplotu a analýzy zachyceného vzduchu ukazují atmosférický obsah plynů, jako je oxid uhličitý a metan.“ (Blunier 2008)*

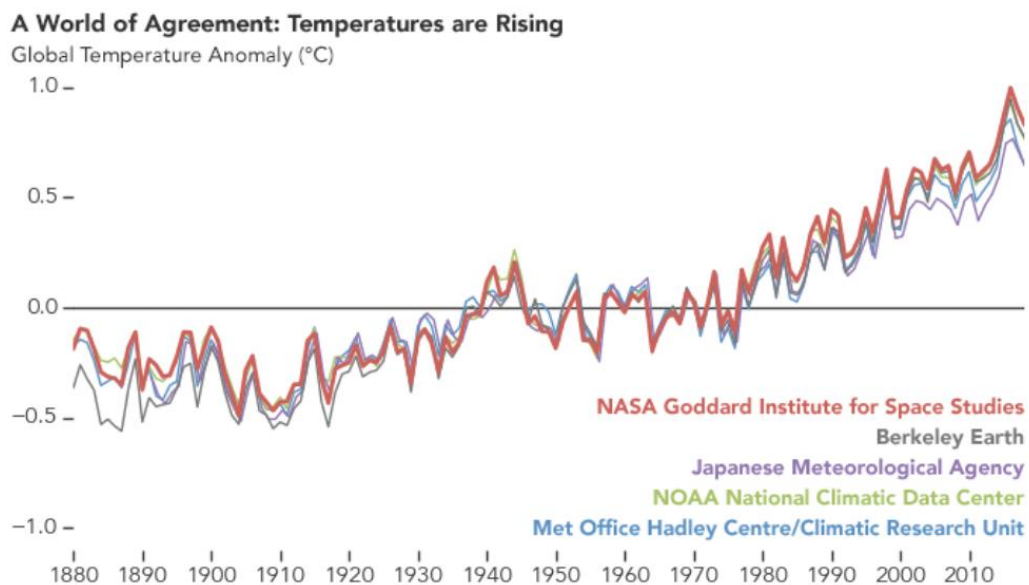


„Teplotní křivka za posledních 800 000 let se nádherně shoduje s křivkou CO<sub>2</sub> - v období ledovců, kdy je klima chladné, je v atmosféře méně CO<sub>2</sub>“, říká profesor Thomas Blunier z Centra pro led a klima v institutu Niels Bohr. Univerzita v Kodani. Vysvětluje, že když je zima, roste méně rostlin, takže je méně rostlin, které absorbují CO<sub>2</sub> ze vzduchu, zatímco více CO<sub>2</sub> se absorbuje v oceánech, takže konečným výsledkem je nízký obsah CO<sub>2</sub> v atmosféře během ledovcových období. To má za následek nižší skleníkový efekt a vede k ještě chladnějšímu klimatu.

Nové výsledky však ukazují, že během ledových dob, ke kterým došlo před 650 000 až 750 000 lety, byla hladina CO<sub>2</sub> extrémně nízká - nižší než jakákoli předchozí měření naznačila.

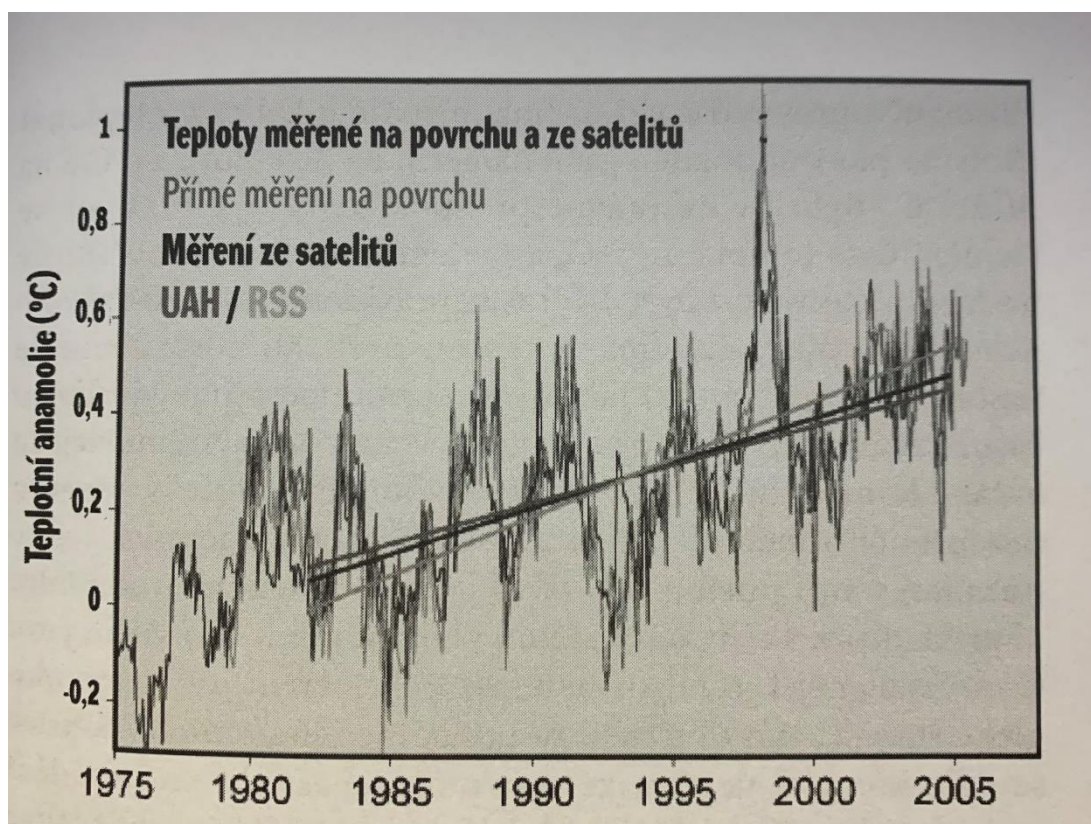
Toto měření jasně dokazuje, že čím je v atmosféře větší koncentrace CO<sub>2</sub>, tím teplota stoupá.

Nynější teplota je daleko od všech, které byly naměřeny v minulých letech, protože koncentrace CO<sub>2</sub>, nikdy jindy za posledních 650 000 let nepřesáhla 300 ppm. Se stoupající teplotou souvisí i ničivé hurikány posledních let. Obrovskou hrozbou je tání ledu z hlediska narůstání mořské hladiny. Veškerý led, ať už z ledovce horského nebo kontinentálního v Antarktidě a v Grónsku taje, klouže do vody a způsobuje zvýšení mořské hladiny. Kvůli tomu již muselo být evakuováno spoustu obyvatel z nízko položených tichomořských ostrovů.

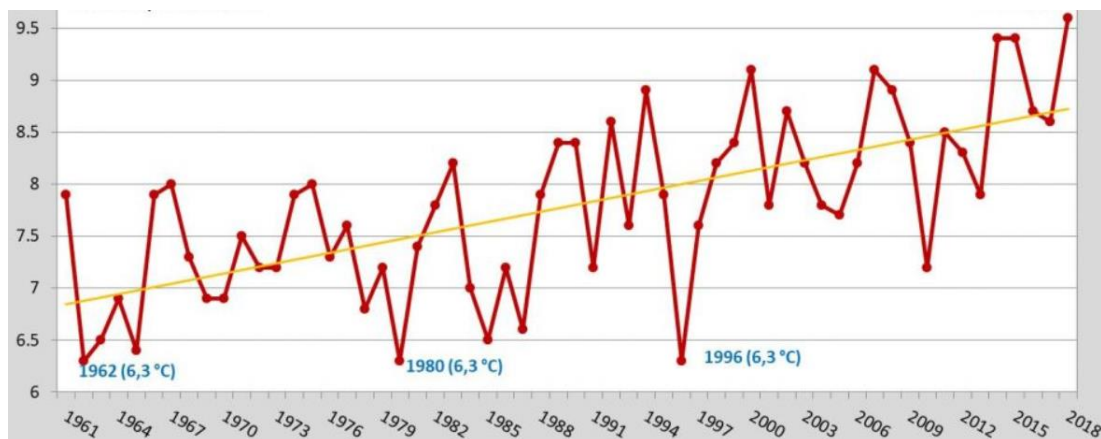


Obr. 5: Teplotní graf (URL 4)

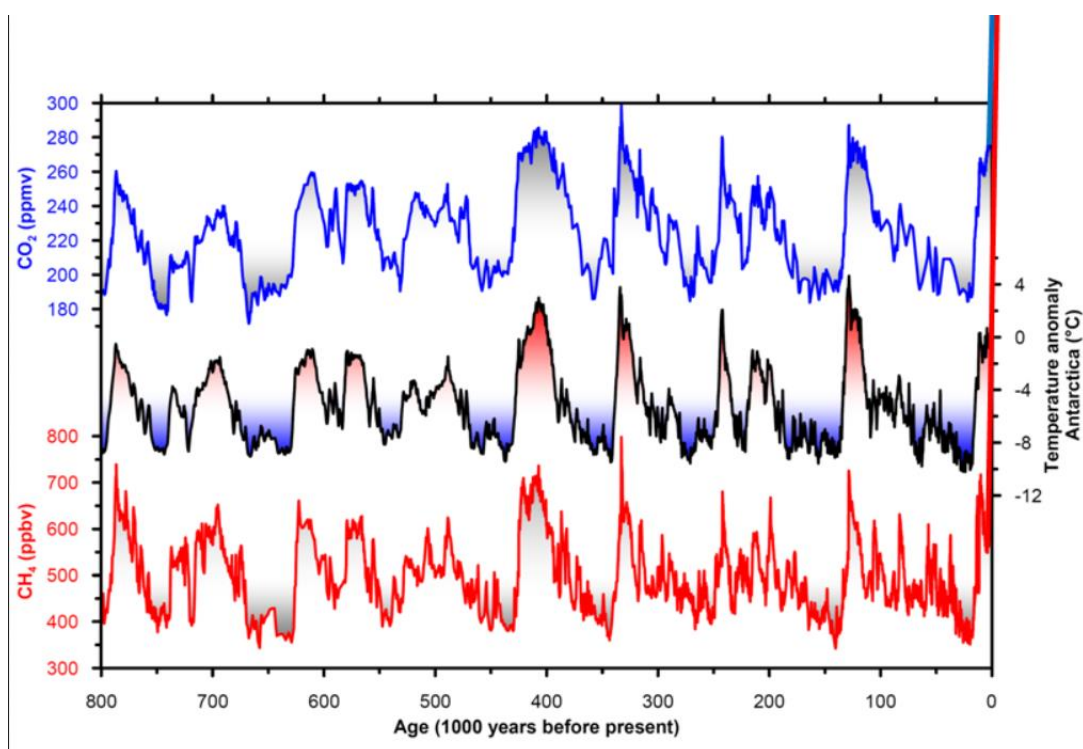
Na grafu vidíme 5 teplotních záznamů, i když jsou mezi nimi malé odchylky, všechny dokazují rychlé oteplování od roku 1880 do roku 2010 a ukazují, že poslední dekáda byla nejteplejší.



Obr. 6: Porovnání teplot měřených klasickým meteorologickým způsobem na povrchu Země a teplot zjištěných ze satelitů. (Kutílek 2008)



Obr. 7: Průměrné roční teploty na území ČR v letech 1961-2018 s proložením lineární přímky (URL 5)

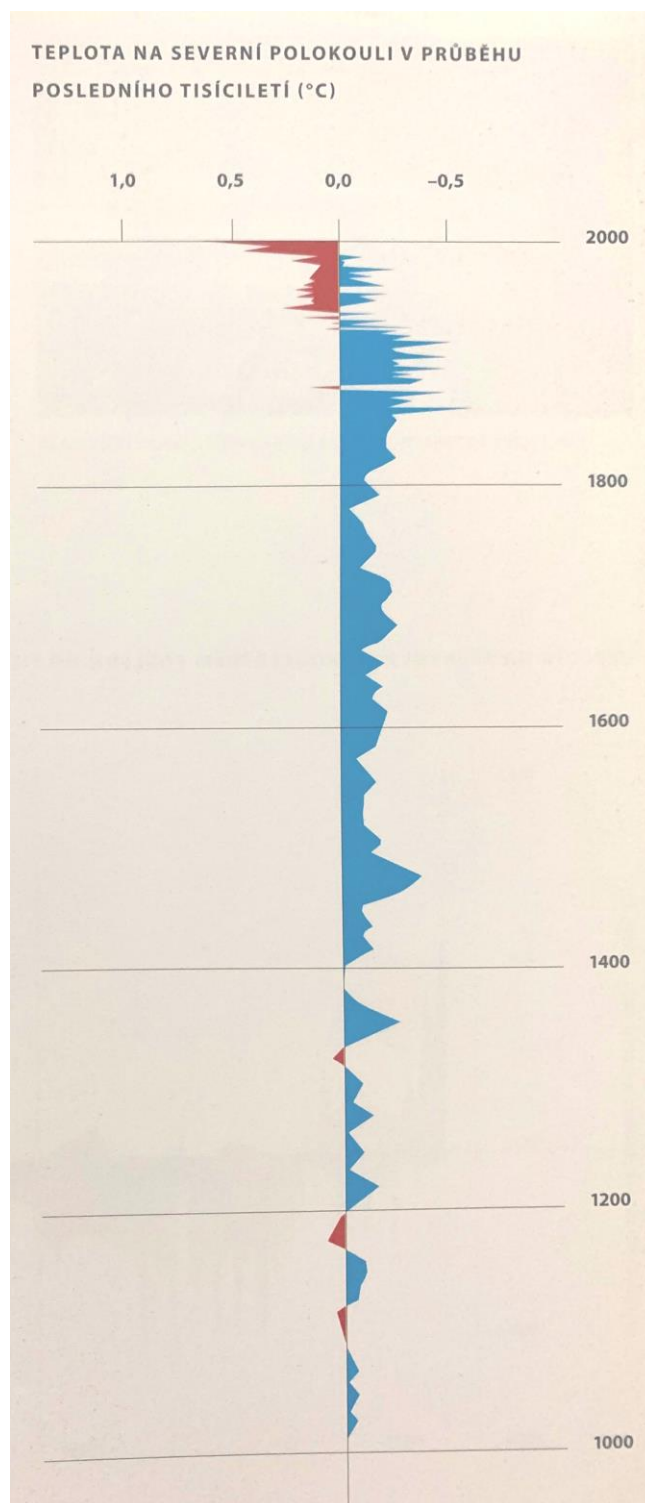


Obr. 8: Křivky teploty, oxidu uhličitého a methanu měřených pomocí ledových jader sledujících za posledních 800 000 let. (Blunier 2008)

### 5.3. Dopady globálního oteplování

V případě, že by roztál nebo se rozlomil grónský kontinentální ledovec nebo polovina grónského a polovina antarktického kontinentálního ledovce, na celém světě by se hladiny moří zvedly o 5,5 – 6 metrů.

Příčinou globálního oteplování je samozřejmě ohroženo i spousta živočichů po celém světě. Živočichové i rostliny se ztrácejí tisíckrát rychleji než dříve a hrozí tak hromadný zánik druhů. Zmínit je možno například tuleně leopardího, tučňáka císařského, husu běločelou, velrybu grónskou, ropuchu zlatou nebo medvěda ledního, který kvůli tání ledu musí překonat i šedesát kilometrů, aby se dostal z jedné kry na druhou. Hrozbou jsou i nové choroby nebo ty, které jsme již měli už pod kontrolou, ale jsou opětovně na vzestupu, jako například tuberkulóza, virus nipah, virus chřipky, legionářská nemoc a bengálská horečka. (Al Gore 2007)



Obr. 9: Teplota na severní polokouli v průběhu posledního tisíciletí ve stupních Celsia. Modře jsou teploty pod 0 stupňů Celsia, červeně nad 0 stupňů Celsia. (Al Gore 2007)



Obr. 10: Ledovec Tschierva ve Švýcarsku v roce 1910 a 2001 (Al Gore 2007)



Obr. 11: Ledovec Adamello v Trentinu v Itálii v roce 1880 a 2003 (Al Gore 2007)



Obr. 12: Florida před a po roztání grónského kontinentálního ledovce (Al Gore 2007)

## 6. Globální stmívání

### 6.1. Pojem globální stmívání

Globální stmívání, vědecky známé jako “efekt maskování aerosolů“, se dá zjednodušeně popsat jako pokles množství slunečního záření dopadajícího na povrch Země. V důsledku toho, že na Zemi dopadá méně slunečního záření, dochází logicky ke snižování teploty na planetě.

*„Globální stmívání znamená postupné snižování přímého ozáření na zemském povrchu. Globální stmívání blokuje sluneční světlo, které by jinak způsobilo odpařování, čímž by interagovalo s globálním oteplováním.“ (Telisca 2013)*

Za tímto jevem stojí velké množství aerosolů v naší atmosféře a to především ze spalování fosilních paliv, kde vzniká a zůstává v ovzduší CO<sub>2</sub>. Ochlazovací účinek má i sopečná činnost. Například, když došlo k erupci sopky Laki, vzneslo se do ovzduší na 120 milionů tun materiálu. Ten ochlazoval severní polokouli po dobu několika let až o 0,3 stupně Celsia. (Vaněk 2011). Dalším důvodem je vodní pára – mraky, které také odraázejí sluneční záření zpět do vesmíru. Anup Shah říká na internetových stránkách Global Issues cituji: *„Niméně se předpokládá, že globální stmívání způsobilo sucha v Etiopii v 70. a 80. letech, během kterých zemřely miliony lidí, protože na severní polokouli nebyly oceány dostatečně teplé, aby vytvořily dešťové mraky.“ (Ekolist 2010)*

### 6.2. Doklady globálního stmívání

#### 6.2.1. USA

Za posledních 50 let proběhla spousta výzkumů ohledně globálního stmívání, které existenci tohoto jevu jen potvrdily. Například amerického klimatologa Davida Travise zajímalo, zda mají sražené páry z tryskových letadel souvislost s globálním stmíváním

a ovlivňují tak i podnebí. Jeho výzkum trval patnáct let a odpověď mu dalo až 11. září 2001, kdy proběhl teroristický útok ve Spojených státech amerických (USA) na tak zvaná “dvojčata“ a kdy vyhlásilo USA zákaz leteckého provozu po dobu tří dnů. Po tuto dobu se obloha nad USA dokonale vyčistila. Jeho zjištění bylo více než překvapující, a to změna teploty o celý 1 stupeň Celsia.

### **6.2.2. Izrael**

V Izraeli žil v padesátých letech 20. století Brit jménem Gerald Stanhill, který projektoval zavražovací systémy. Na základě své práce měřil po dobu jednoho roku intenzitu slunečního záření v různých lokalitách. Za dvacet let svá měření zopakoval a zjistil, že pokles slunečního záření je o 22%.

### **6.2.3. Austrálie**

V devadesátých letech si vědci povšimli, že klesá množství odpařované vody ve volném prostranství a přisuzovali to vzrůstu teploty. Australští biologové Michael Roderick a Graham Farquar je ovšem vyvedli z omylu. Zjistili, že nejdůležitějším faktorem u odpařované vody není teplota, ale sluneční záření. Z toho vyvodili, že skutečně dochází k poklesu intenzity slunečního záření. (Scientists 2020)

### **6.2.4. Maledivy**

Na Maledivách uskutečnil svá měření klimatolog Veerabhadran Ramanathan. Zaměřil se na severní část souostroví, kam proudí znečištěný vzduch z Indie a na jižní část souostroví, kde proudí čistý vzduch z Antarktidy. Výsledek zaznamenal, že znečištěný vzduch nad severní částí Malediv zeslaboval sluneční záření o více než 10%. (Kulíšková 2006)



Studentka klimatologie Beata Liepertová zjistila při studiu různých vědeckých časopisů, že pokles slunečního záření od padesátých do devadesátých let 20. století je v Antarktidě o 9 %, v USA o 10 % a v Rusku o téměř 20 %. (Vaněk 2011)

















### 6.3. Globální zjasnění

*„Podnebí je známé jako důležitá součást ekosystému, kde malé změny mohou ovlivnit další odvětví. Jednou z důležitých a velmi účinných složek klimatu každé oblasti je množství přijímaného záření ze slunce, které má přímý vztah k teplotě. Také změny ve složení atmosférických prvků během druhé poloviny minulého století v důsledku lidské činnosti, vedly ke změnám slunečního záření (Streets et al. 2006). Bylo provedeno několik studií v různých zónách po celém světě s cílem prozkoumat událost v globálním měřítku, konkrétně globální stmívání / rozjasnění. Výzkumy studentů ukázaly, že v druhé polovině minulého století došlo k zeslabení (od roku 1950 do začátku osmdesátých let), po kterém následovalo rozjasnění (od poloviny osmdesátých let) na mnoha různých místech, jako je Evropa (Wild 2009). Změny koncentrace a optické vlastnosti aerosolů (v důsledku vulkanických a lidských činností) ukazují nejdůležitější možné důvody zjasnění / stmívání pozorované v atmosféře (Stanhill a Moreshet 1992; Stanhill a Cohen 2001; Wild a kol. 2005; Wild 2009).“ (Dehghan et al. 2017)*

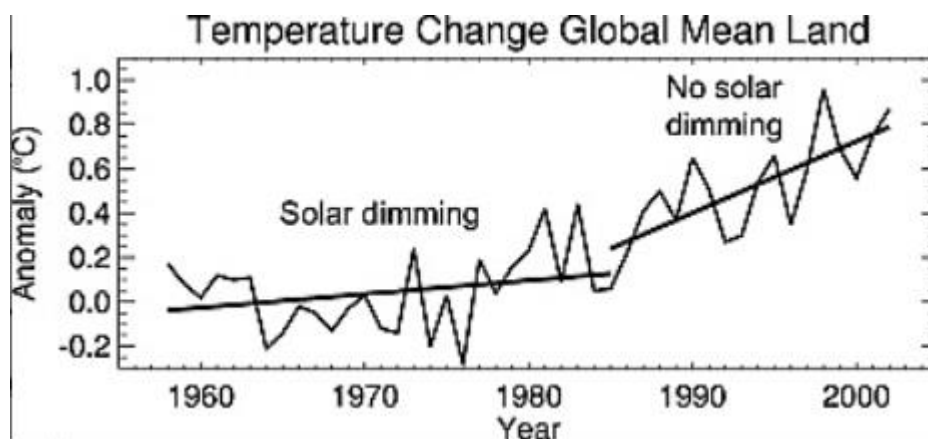
Nárůst teplot po roce 1990 můžeme vedle navyšování antropogenního skleníkového efektu přisuzovat i tak zvanému globálnímu zjasnění.

*„Pozorování ukazuje, že povrchové dopadající sluneční záření klesalo nad zemí od padesátých do osmdesátých let a poté se zvýšilo. Naše výsledky z ~ 2 600 stanic ukazují globální stmívání od 50. let do 80. let v Číně, Evropě, Spojených státech a rozjasnění v letech 1980 až 2009 v Evropě a pokles v letech 1994 až 2010 v Číně. I když je 1994–2010 dobře známo jako období globálního rozjasnění, nad Čínou se stále vykazují klesající trendy.“ (He et al. 2018)*

„Tendence ke zvýšení povrchového slunečního záření (rozjasnění) přetrvávají na počátku dvacátých let v několika částech světa, jak je dokumentováno na místech v Evropě, Spojených státech a Koreji. Stanice v jiných regionech naznačují, že úroveň zjasnění klesá po roce 2000 (místa v Japonsku a na Antarktidě), nebo poskytují určité náznaky obrácení zpět do stmívání (místa v Číně a střední Americe). Tato zjištění jsou kvalitativně znázorněna na obrázku níže.“ (Dutton et al. 2009)

Region	1990s	2000-2005
USA		
Central America		
Europe		
China/Mongolia		
Japan		
Korea		
India		
Antarctica		

Obr. 13: Kvalitativní tendence v povrchovém slunečním záření na místech v různých regionech po celém světě. Tendence 90. let jsou uvedeny v levém sloupci a tendence v letech 2000–2005 v pravém sloupci. (Dutton et al. 2009)



Obr. 14. Změna teploty na globálních pozemních plochách od roku 1958 do roku 2002. (Makowski et al. 2007)

*„Zatímco nárůst teploty v období globálního stmívání od šedesátých let do osmdesátých let je mírný, v posledních dvou desetiletích, kdy již stmívání nebylo přítomno, je nárůst teploty rychlejší. Je zřejmé, že nárůst teploty byl v první polovině období malý, ale během druhé poloviny se stal výrazným. Protože jsme odhadovali, že trendy v povrchovém slunečním záření vykazovaly v polovině osmdesátých let 20. století značný obrat od stmívání k zjasnění [Wild et al., 2005], rozdělujeme teplotní záznamy do dvou sekcí, před a po roce 1985. V časovém rámci 1958–1985, představujícím období globálního stmívání, je zjištěno jen nepatrné zvýšení teploty. Nárůst teploty v období let 1985–2002, kdy globální stmívání již nebylo účinné, je řádově větší. To ukazuje, že změny v povrchovém slunečním záření mohly významně ovlivnit vývoj teploty v posledních desetiletích a poskytuje motivaci k dalšímu zkoumání vztahu mezi povrchovým zářením a teplotou.“ (Makowski et al. 2007)*

V Číně proběhla studie (Asseng S et al. 2013), která posuzuje dopad globálního stmívání a změny klimatu na výnos pšenice a spotřebu vody v posledních desetiletích pomocí Simulátoru zemědělské produkce. Pšenice je dominantní plodinou pro výrobu potravin v Číně. Pěstuje se na severovýchodě, severozápadě, severočínské nížině a jihozápadě, přičemž rozmanité klimatické faktory omezují produkci pšenice. Byly vybrány tři regiony, a to Peking, Čcheng-tu a Urumči. Regiony byly vybrány tak, aby představovaly tři různé vzorce prostředí podnebí v Číně. Pokles slunečního záření v Číně byl způsoben zvýšenými atmosférickými aerosoly, které byly zapříčiněny rychlým ekonomickým růstem. Cílem této studie je zhodnotit vliv poklesu slunečního záření na potenciální výnos pšenice.

*„Pokles slunečního záření byl v posledních desetiletích spojen s trendem oteplování. Sluneční záření během pšeničné sezóny kleslo o 20, 27 a 10% v Pekingu, Čcheng-tu a Urumqi, v tomto pořadí, během posledních čtyř desetiletí. Minimální teplota se během stejného období zvýšila o 3,9, 1,5 a 2,3 ° C. Snížení slunečního záření nemělo významný dopad na simulované výnosy pšenice v pekingském regionu, zatímco simulované výnosy obilí v regionu Chengdu se snížily o 32%. Variace slunečního záření vysvětlovaly 74% změn výnosu zrna v Čcheng-tu. Simulované výnosy obilí v oblasti Urumqi se v posledních desetiletích zvýšily o 24% v důsledku zvyšování minimální teploty a srážek. Simulovaná evapotranspirace klesala s poklesem slunečního záření.*

*Simulační modely plodin jsou užitečnými nástroji pro posouzení dopadů měnících se hnacích sil na fyziologické a půdní procesy plodin, diagnostiku růstu plodin a předpovídání výnosu plodin (Asseng a kol., 2004, Lawes a kol., 2009). Někteří vědci ukázali, že úroda by se snižujícím se slunečním zářením klesala. Například Chameides et al. (1999) zjistili úzkou korelaci mezi poklesem slunečního záření a výnosu rýže v Nanjing v Číně pomocí modelu CERES. Chen a kol. (2009) zjistili, že simulovaný potenciální výnos a poptávka po rostlinné vodě byly významně sníženy kvůli klesajícímu trendu slunečního záření v nížině severní Číny.*

*Dopad změn slunečního záření a teploty na výnosy pšenice se liší v závislosti na klimatických podmínkách. V suchém podnebí s vysokým slunečním zářením bude mít pokles slunečního záření, zejména pokud je doprovázen zvýšením složky difúzního záření, buď menší dopad na produktivitu (Peking), nebo může dokonce zvýšit výnosy (Urumqi) (Stanhill a Cohen, 2001). V mokřém podnebí s nízkým slunečním zářením snížení slunečního záření významně snižuje produktivitu pšenice (Chengdu). Zvýšení minimální teploty mělo za následek pokles výnosů pšenice v subtropickém klimatu (Chengdu) a zlepšení výnosů pšenice při mírném kontinentálním klimatu (Urumqi). Simulované výsledky naznačily, že produkce plodin v prostředí s nízkým slunečním zářením je zvláště ovlivněna globálním stmíváním.“ (Asseng S et al. 2013)*

#### **6.4. Dopady globálního stmívání**

Globální stmívání má velice neuspokojivé účinky na naše zdraví. Znečišťující látky v atmosféře mají za následek kyselé deště, smog a především respirační potíže. To platí nejen pro lidskou populaci, ale také pro živočichy a rostliny. Bývalý ředitel NASA Goddard a klimatolog James Hansen v roce 2006 odhadli, že globální stmívání ochlazuje Zemi o více jak jeden stupeň Celsia.

Lidská populace by si měla uvědomit, že jedinou šancí je omezit znečišťování, a to především snížením průmyslové činnosti, skleníkových plynů a rozptylových aerosolů. Cenu, kterou musíme zaplatit za čistší vzduch je nárůst teploty, který bude způsobem snižováním znečištění. Osobně se domnívám, že je potřeba udělat co nejvíce, abychom mohli žít v prostředí co nejvíc čistém bez aerosolů. Cena, kterou bychom zaplatili v případě dalšího ignorování a nicnedělání, by mohla být daleko vyšší.

Ačkoli se to zdá jako dobré a jediné možné řešení, jsou mezi námi ti, kteří si to nemyslí a to i z řad vědců. Mnoho skeptiků a popíračů buď tvrdí, že už je příliš pozdě řešit tuto situaci nebo se nás dokonce snaží přesvědčit, že je nutné pokračovat ve spalování fosilních paliv a dalším znečišťování, abychom tím zabránili globálnímu oteplování. Ti, kteří těží z tohoto průmyslu, mají z těchto

pohledů na věc samozřejmě radost a někteří lidé to berou jen jako jednu z dalších omluv.

S tím, že zmenšení emisí sníží vliv aerosolů v atmosféře a tím i ochlazování počítáme. Důležitá otázka proto je – o kolik? Vědci uvádějí, že by se teplota mohla zvednout v průměru až o jeden stupeň Celsia. Některé studie odkrývají, že by to mohlo být a dvakrát vyšší.

Podle Dr. Davida A. McKaye, výzkumného pracovníka ve Stockholm Resilience Center (Stockholm University) citují: *„Zatímco úplné odstranění aerosolů vyrobených člověkem by vedlo ke krátkodobému oteplování o  $\sim 0,4$  ° C (a asi 0,6 oC do roku 2100), je velmi nepravděpodobné náhlé ukončení všech emisí aerosolů najednou.“* (Scientists, ©2020)

## 7. Dotazník

V rámci této bakalářské práce jsem se rozhodla vypracovat dotazník pro veřejnost. Hlavním cílem dotazníku bude zjištění povědomí lidí týkající se problematiky globální stmívání a globálního oteplování. Dle mého názoru největším problémem naší společnosti co se týče globálních problémů – je nevědomost. Lidé jednoduše nechtějí o těchto problémech slyšet a myslí si, že tento problém se jich to netýká a jako jednotlivci s ním stejně nic neudělají.

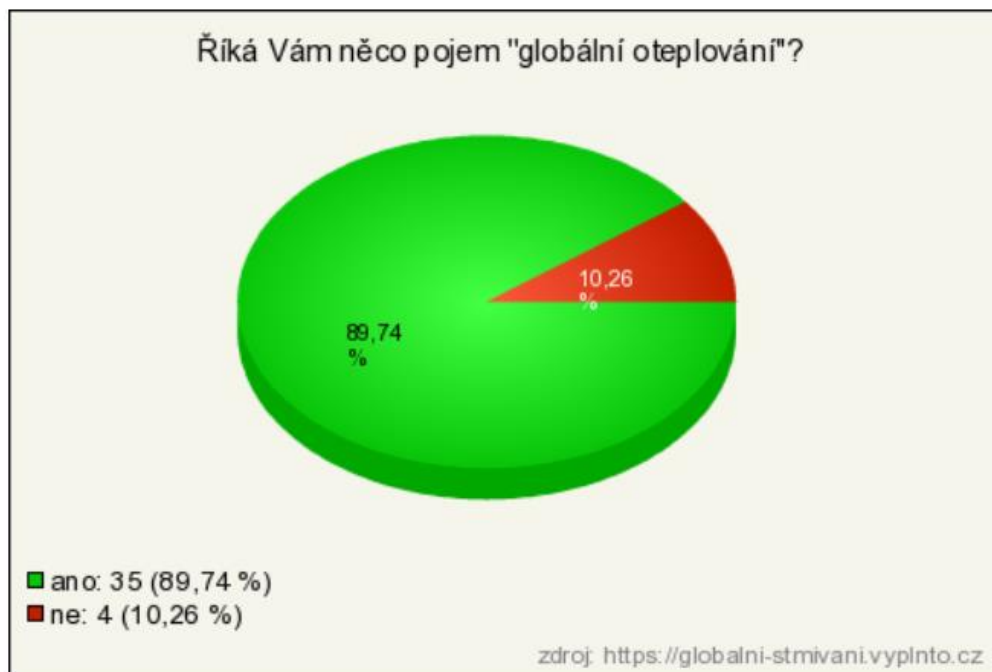
Můj úsudek byl takový, že lidé budou s problémem globálního oteplování již seznámeni, ovšem s pojmem globální stmívání se ještě nesetkali.

Dotazník jsem sestavila jak z uzavřených tak i otevřených otázek, tak z otevřených a byl anonymní. První polovina se je zaměřena na globálnímu oteplování a druhá část globálnímu stmívání.

### 7.1.1. Výsledky

#### 1. Říká Vám něco pojem "globální oteplování"?

(Povinná otázka, respondent se musel rozhodnout mezi odpověďmi „ano” a „ne”)



Obr. 15: Graf znázorňující povědomost lidí o globálním oteplování

#### 2. Pokud ano, napište, co podle Vás globální oteplování způsobuje:

(Nepovinná otázka, respondent mohl napsat odpověď vlastními slovy)

Každá odrážka znamená jednu odpověď.

- Celkově změna klimatu
- Globální oteplování je způsobeno klasickým koloběhem planety, která se během dlouholetých cyklů neustále ochlazuje a otepluje. Zároveň zde také figuruje skleníkových efekt způsobený převážně lidskou činností, která vytváří plyny, zachycující se v atmosféře, které zadržují odražené sluneční paprsky a tedy zahřívají Zemi
- Jakýsi cyklus Země-Slunce, jakési oteplování nebo ochlazování planety, se děje od vzniku Země. Může tomu napomáhat do jisté míry i činnost člověka,



např. znečištěním ovzduší, kácení pralesu atd. Co<sub>2</sub> za to podle mě může jen velmi málo, jelikož se ve vzduchu vyskytuje ve velmi malém množství

- Lidstvo
- Nadměrné oteplování planety a splývání ročních období
- Neustálá změna klimatu. Oteplování a následně ochlazování není nic výjimečného. Jedná se o naprosto přirozeně procesy, které se po určitém období střídají. Pro podrobnější informace se doporučuji podívat, jak se během několika posledních století klima vyvíjelo
- Plyny CO<sub>2</sub> většinou produkované lidmi. Něco i příroda
- Pravidelné změny v průběhu staletí, lidská činnost
- Primárně člověk. Kupříkladu jsem donedávna nevěděl, že největším producentem tzv. Skleníkových plynů nejsou osobní či nákladní auta, ale zemědělská technika. Tudíž skleníkové plyny. Ale v globálu to bude prostě a jednoduše průmysl, který naši planetu ohřívá
- Skleníkové plyny
- Skleníkové plyny a cyklus planety
- Skleníkové plyny, znečištění ovzduší
- Skleníkové plyny, zplodiny z aut
- Skleníkový efekt
- Skleníkových efekt atd.
- Stále rostoucí produkce CO<sub>2</sub>
- Střídání dob ledových a meziledových
- Tání ledovců, sucho, změna klimatu
- Tání ledu
- Velkochovy, nadměrná doprava
- Vliv na to má globální stmívání
- Výfukové plyny, továrny, atd.
- Vyšší průměrnou teplotu, sucho
- Zahřívání atmosféry vlivem jak lidské činnosti, tak zároveň přirozeně
- Změny klimatu vlivem například činnosti člověka, nebo i vývojem planety
- Změny počasí
- Změny počasí
- Zvyšující se koncentrace skleníkových plynů

- Zvyšování teploty na Zemi prostě se naše planeta otepluje

### 3. Jaké podle Vás můžou být následky globálního oteplování:

(Nepovinná otázka, respondent mohl napsat odpověď vlastními slovy)

Každá odrážka znamená jednu odpověď.

- Vymírání zvířat, změny ročních období
- Fatální
- Fatální
- Globální panika, které se budou snažit využít aktivisté a neziskové firmy, jejichž pravým účelem bude na té panice vydělat co nejvíce. (Nemusí se vyloženě jednat o neziskové, myslím firmy jako celek), nemluvě o snaze politických stran přivábit díky tomu nové voliče
- Katastrofální
- Může nastat cokoli od odtání ledovců až po vymírání některých druhů
- Na přírodu
- Nepředstavitelné
- Nestandardní podnebí, změny v růstu plodin
- Planeta bude jeden veliký oceán, ale to už tady nikdo nebude
- Přírodní katastrofy, nedostatek vody apod.
- Přejít na 2 roční období
- Přírodní výkyvy všech druhů. Zápavy, zemětřesení, požáry, vymírání živočišných druhů, nedostatek potravy, nedostatek vody
- Roztání ledovců a čepičky severního pólu - > změna mořských proudů - > změna klimatu po celé zemi - > vzestup hladiny oceánů - > uhybnutí velkého množství druhů živočichů - > migrace
- Slabé zimy a velmi teplé léto + změny ekosystému
- Splývání globálního oteplování, nedostatek vody, špatná úroda
- Stoupnutí hladin moří, tím pádem zaplavení části pevnin a dost velikých měst, změna vegetace, migrace zvířat, změna podnebí plus problémy s tím spojené
- Sucho, málo vody, vymírání různých druhů zvířat a omezené podmínky pro život
- Sucho, požáry, neúroda v zemědělství, úbytek dostupnosti pitné vody

- Tání ledovců
- Tání ledovců
- Tání ledovců, zaplavení níže položených měst/států. Úbytek zdrojů sladkých vod. Vyhynutí živočichů.
- Vyhynutí lidstva
- Vymírání druhů (např. želvy), záplavy, změna klimatu
- Zkáza země
- Změna fauny, flóry, vymírání druhů, změna ročních období.
- Změna života a druhů živočichů v určitém místě, hospodaření s vodou
- Změny podnebí na místech na Zemi, změny v poměru pevnina-voda
- Zvedání hladin oceánu. Tání ledovců. Vyhynutí zvířat
- Zvyšování průměrné teploty, zvyšování hladin moří s tím spojená změna biotopu, nedostatek vody, migrace, chaos, války, konec civilizace, jak ji známe
- Zvýšení hladiny oceánu
- Zvýšení teploty na planetě o více než 1,5 stupnice Celsia, následné zvýšení hladin oceánů. Větší výkyvy teplot, suchá, záplavy apod.

#### 4. Říká Vám něco pojem "globální stmívání"?

(Povinná otázka, respondent se musel rozhodnout mezi odpověďmi „ano” a „ne”)



Obr. 16: Graf znázorňující povědomost lidí o globálním stmívání

#### 5. Pokud ano, kde jste se s pojmem globální stmívání setkali?

(Nepovinná otázka, respondent mohl napsat odpověď vlastními slovy)

Každá odrážka znamená jednu odpověď.

- Media
- Internet
- Nevím
- Čína, Indie

## **6. Napište, co podle Vás globální stmívání způsobuje:**

(Nepovinná otázka, respondent mohl napsat odpověď vlastními slovy)

Každá odrážka znamená jednu odpověď.

- Netuším
- Spalování velkého množství odpadu, a zároveň vzestupem čínské ekonomiky, která nejenom že za posledních několik desítek let dopracovala na jednu z největších na světě, ale zároveň je díky počtu obyvatel a víceméně na jakoukoli ekologii a ochranu prostředí zvyšoka kašle. Indie ji sice šlape na paty, ale ani zdaleka se jí nepřibližuje
- Vůbec netuším
- Vyšší koncentrace polétavých částic v atmosféře
- Znečištění atmosféry

## **7. Jaké podle Vás můžou být následky globálního stmívání:**

(Nepovinná otázka, respondent mohl napsat odpověď vlastními slovy)

Každá odrážka znamená jednu odpověď.

- Globální tma?
- Nevím
- Pokud má souvislost stmívání s oteplováním, tak určitě tragické
- Snížení ohřívání povrchu planety
- Zvýšení produkce skleníkových plynů, nárůst teplot

### 7.1.2. Vyhodnocení

Dle výše uvedených výsledků dotazníku si dovoluji říci, že můj odhad týkající se znalosti těchto dvou fenoménů byl správný. Zatímco o globálním oteplování neví 10,26 % respondentů, o globálním stmívání neví 92,31 %, což je procento skutečně vysoké. Na druhou stranu jsem byla velmi mile překvapená faktem, že většina dotazovatelů věděla o problematice skleníkových plynů spojených s globálním oteplováním.

Vlastní dotazníkový průzkum jsem prováděla pouze prostřednictvím sociálních sítí. I přesto, že počet respondentů nebyl nejvyšší, domnívám se, že výsledky by byly totožné i při vyšším počtu dotazovaných.

## 8. Diskuze

Domnívám se, že všechny cíle této bakalářské práce byly splněny, neboť spojitost mezi těmito jevy je patrná.

Na základě prostudování těchto dvou jevů je zřejmé, že první věc, kterou bude nutné udělat je snížení emisí a celkové snížení znečištění ovzduší. Snižování emisí aerosolů sice může zvýšit globální oteplování, ale je mnoho způsobů, jak tento problém eliminovat a kompenzovat.

Jednou z možností je začít pracovat s geoinženýrskými technikami. Z mnoha experimentů je také dokázáno, že stromy uvolňují molekuly, které přispívají ke vzniku oblaků. Tímto procesem stromy tvoří aerosolové částice, aniž by potřebovaly kyselinu sírovou. Stejně tak dobře fungují i tráva a vysoké prerie.

Většina obav vychází z odstranění chladících účinků globálního stmívání a následného vzrůstu teploty. Můžeme si tedy vybrat, zda budeme žít na planetě plné aerosolů, které mírným způsobem zabraňují globálnímu oteplování, nebo začneme eliminovat znečištění ovzduší a smíříme se s následným oteplením o zhruba jeden stupeň Celsia. Obě varianty mají své pro a proti a vždy tu budou stát dvě skupiny lidské populace proti sobě s argumenty pro tu svou vybranou variantu. Osobně se neztotožňuji s argumenty, že je nadále potřeba znečišťovat ovzduší, aby se zabránilo globálnímu oteplování. Dle mého názoru jsou tyto důvody absurdní.

## 9. Závěr

Tato bakalářská práce měla za cíl prostudovat dva jevy, a to globální stmívání a globální oteplování a následně popsat spojitost mezi nimi. Cílem bylo také dokázat, že globální stmívání má vliv na globální oteplování a do jisté míry potlačuje jeho účinky.

V první části bakalářské práce byly popsány zdroje znečišťování ovzduší a také látky znečišťující ovzduší. Dále byly popsány dva základní pojmy, které mají důležitý vliv na výše zmíněné jevy, a to aerosoly a skleníkový efekt. Skleníkový efekt úzce souvisí s globálním oteplováním a aerosoly s globálním stmíváním.

V následující části byly popsány oba dva jevy, včetně jejich důkazů a následků, které jsou podloženy obrázky a grafy.

Závěrečná část bakalářské práce je věnována dotazníku, který měl za cíl zjistit, jak je veřejnost obeznámena s globálním oteplováním a stmíváním o těchto dvou fenoménech. Dotazník dopadl dle mého očekávání, a vyplývá z něj, že zatímco jsou lidé s globálním oteplováním již obeznámeni, o globálním stmívání prozatím nemají dostatek údajů.

Na základě získaných informací můžeme s jistotou potvrdit, že globální stmívání úzce souvisí s globálním oteplováním a skutečně do jisté míry potlačuje jeho účinky. O jakou míru potlačení se jedná, o tom můžeme zatím pouze diskutovat až do doby, než se rozhodneme globální stmívání potlačit a znečištění naší planety zmírnit.



## 10. Přehled literatury a použitých zdrojů

- Al Gore., 2007: Nepříjemná pravda. Argo, Praha, ISBN 978-80-7203-868-8.
- Arnika, 2014: Látky znečišťující ovzduší (online) [cit. 20.02.02], dostupné z <<https://arnika.org/latky-znecistujici-ovzdusi>>.
- Asseng S, Li J, Liu EM, Yang XY, Yu Q, Wong MTF., 2013. Quantifying the interactive impacts of global dimming and warming on wheat yield and water use in China. AGRICULTURAL AND FOREST METEOROLOGY 182. P 342-351.
- Ballew MT., Goldberg MH., Gustafson A., Leiserowitz A., Marlon JR., Rosenthal SA., Wang XR., 2020. Blame Where Blame Is Due: Many Americans Support Suing Fossil Fuel Companies for Global Warming Damages. ENVIRONMENT 2. P 30-35.
- Blunier T., 2008: Ice cores reveal fluctuations in the Earth's greenhouse gases. Centre for Ice and Climate, Niels Bohr Institute, University of Copenhagen.
- Bukáček M., 2008: Chemické složení atmosféry, vertikální členění atmosféry (online) [cit. 20.01.12], dostupné z <[https://clanky.rvp.cz/wp-content/upload/prilohy/1781/pracovni\\_list.pdf](https://clanky.rvp.cz/wp-content/upload/prilohy/1781/pracovni_list.pdf)>.
- Bystrianský M., 2010: Vliv ozónu na vegetaci. Univerzita Karlova v Praze, Přírodovědecká fakulta (bakalářská práce). „nepublikováno“. Praha.
- Dehghan Z., Ebrahimpour M., Fathian F., Zare F., 2017: Trend assessment of sunshine duration, cloudiness, and reference evapotranspiration for exploring global dimming/brightening in Tehran. MODELING EARTH SYSTEMS AND ENVIRONMENT 6. P 1-10.
- Drkal F., 1997: Ekologie a ochrana životního prostředí, České vysoké učení technické, Praha.
- Dutton EG, König-Langlo G., Long CN., Ohmura A., Truessel B., Tsvetkov A., Wild M., 2009. Global dimming and brightening: An update beyond 2000. JOURNAL OF GEOPHYSICAL RESEARCH-ATMOSPHERES D10. P 12-14.
- Ekolist, 2010: EarthTalk: Co je to globální stmívání? (online) [cit.20.02.29], dostupné z <<https://ekolist.cz/cz/zpravodajstvi/zpravy/earthtalk-co-je-to-globalni-stmivani>>.
- Evropská agentura pro životní prostředí, 2017: Znečištění ovzduší (online) [cit.20.01.12], dostupné z <<https://www.eea.europa.eu/cs/themes/air/intro>>.
- Havel M, Válek P., 2014: oxid uhelnatý (online) [cit. 20.02.02], dostupné z <<https://arnika.org/oxid-uhelnaty>>.
- Havel M, Vebr V, Válek P., 2014: oxid uhličitý (online) [cit. 20.02.02], dostupné z <<https://arnika.org/oxidy-dusiku>>.

- He YY., Wang KC., Zhou C., Wild M., 2018. A Revisit of Global Dimming and Brightening Based on the Sunshine Duration. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 9. P 4281-4289.
- Houghton J., 1998: Globální oteplování. Academia, Praha, ISBN 80-200-0636-2.
- Jungwirth P., 2003: Aerosoly a chemie atmosféry (online) [cit. 20.02.10], dostupné z <<https://vesmir.cz/cz/casopis/archiv-casopisu/2003/cislo-4/aerosoly-chemie-atmosfery.html>>.
- Kleger L, Válek P., 2014: oxid uhličitý (online) [cit. 20.02.02], dostupné z <<https://arnika.org/oxid-uhlicity>>.
- Kulíšková J., 2006: Globální stmívání – hrozba či mýtus. Univerzita Tomáše Bati ve Zlíně, Fakulta technologická (bakalářská práce). „nepublikováno“. Zlín.
- Kutílek M., 2008: Racionálně o globálním oteplování. Dokořán s.r.o., Praha, ISBN 978-80-7363-183-3
- Makowski K., Ohmura A., Wild M., 2007. Impact of global dimming and brightening on global warming. GEOPHYSICAL RESEARCH LETTERS 4. P 1-4.
- METEOPRESS, ©2020: Na jaké vrstvy se dělí atmosféra? (online) [cit.20.01.12], dostupné z <<https://www.meteopress.cz/vysvetleni/na-jake-vrstvy-se-deli-atmosfera/>>.
- Minářová I., 2020: Těkavé organické látky (online) [cit 20.02.10], dostupné z <<https://www.genialnidum.cz/co-je/tekave-organicke-latky/>>.
- Obroučka K., 2001: Látky znečišťující ovzduší, Vysoká škola báňská - Technická univerzita, Fakulta metalurgie a materiálového inženýrství, Ostrava.
- Petrлік J, Válek P, Havel M., 2014: polétavý prach - PM10 (online) [cit. 20.02.09], dostupné z <<https://arnika.org/poletavy-prach-pm10>>.
- Petrлік J, Válek P., 2014: oxidy síry (online) [cit. 20.02.02], dostupné z <<https://arnika.org/oxidy-siry>>.
- Scientists, ©2020: Debunked: The Global Dimming Dilemma (online) [cit.20.02.29], dostupné z <<https://www.scientistswarning.org/wiki/debunked-global-dimming/>>.
- Skeřil R., 2017: Co je to za prach to pm10 a pm2,5 (online) [cit 20.02.09], dostupné z <<http://www.ovzdusi-brno-jm.cz/index.php/2017/07/20/co-je-to-za-prach-to-pm10-a-pm25/>>.
- Telisca M., 2013: STUDY ON GLOBAL DIMMING GENERATED BY ATMOSPHERIC AEROSOLS. ENVIRONMENTAL ENGINEERING AND MANAGEMENT JOURNAL 4. P 747-750.
- Vach M., 2013: Ochrana ovzduší, Česká zemědělská univerzita – Fakulta životního prostředí, Katedra vodního hospodářství a environmentálního modelování, Praha.

Vaněk V, 2011: Globální stmívání (online) [cit. 20.02.29], dostupné z <<https://www.3pol.cz/cz/rubriky/medicina-a-prirodoveda/817-globalni-stmivani>>.

## 11. Obrázky

**Obr. 1:** URL 1: <<https://www.sciencelearn.org.nz/resources/1536-air-quality>> [cit.20.02.09]

**Obr. 2:** URL 2: <<https://www.asb-portal.cz/stavebnictvi/technicka-zarizeni-budov/vetrani-a-klimatizace/nebezpeci-vyskytu-pevných-castic-ve-vnitřních-prostorach>> [cit.20.02.09]

**Obr. 3:** URL 3: <<https://www.slideshare.net/bekhter/greenhouse-effect-54848407>> [cit.20.02.10.]

**Obr. 4:** Krycí účinek skleníkových plynů (John Houghton 1998)

**Obr. 5:** URL 4: <<https://climate.nasa.gov/news/2841/2018-fourth-warmest-year-in-continued-warming-trend-according-to-nasa-noaa/>>

**Obr. 6:** Porovnání teplot měřených klasickým meteorologickým způsobem na povrchu Země a teplot zjištěných ze satelitů. (Miroslav Kutílek 2008)

**Obr. 7:** URL 5: <<http://www.infomet.cz/index.php?id=read&idd=1546437271>>

**Obr. 8:** Křivky teploty, oxidu uhličitého a methanu měřených pomocí ledových jader sledujících za posledních 800 000 let. (Blunier 2008)

**Obr. 9:** Teplota na severní polokouli v průběhu posledního tisíciletí ve stupních Celsia (Al Gore 2007)

**Obr. 10:** Ledovec Tschierva ve Švýcarsku v roce 1910 a 2001 (Al Gore 2007)

**Obr. 11:** Ledovec Adamello v Trentinu v Itálii v roce 1880 a 2003 (Al Gore 2007)

**Obr. 12:** Florida před a po roztání grónského kontinentálního ledovce (Al Gore 2007)

**Obr. 13:** Kvalitativní tendence v povrchovém slunečním záření na místech v různých regionech po celém světě (Dutton et al. 2009)

**Obr. 14:** Změna teploty na globálních pozemních plochách od roku 1958 do roku 2002 (Makowski et al. 2007)

**Obr. 15:** Graf znázorňující povědomost lidí o globálním oteplování

**Obr. 16:** Graf znázorňující povědomost lidí o globálním stmívání