



Asociace  
pro mezinárodní  
otázky  
Association  
for International  
Affairs



# **JAK UČIT** Václav Kopecký Jakub Eberle

# **O ZMĚNĚ KLIMATU?**





## JAK UČIT O ZMĚNĚ KLIMATU?

**Autoři** Václav Kopecký, Jakub Eberle

**Odborná korektura** Miroslav Havránek

**Jazyková korektura** Daniela Zrucká

**Grafická úprava** Tomáš Barčík

**Asociace pro mezinárodní otázky (AMO)**

**Association for International Affairs**

Žitná 27

110 00 Praha 1

Tel./fax: +420 224 813 460

info@amo.cz

www.amo.cz

© AMO 2011

ISBN 978-80-87092-16-3



Asociace  
pro mezinárodní  
otázky  
Association  
for International  
Affairs

# **JAK UČIT** Václav Kopecký Jakub Eberle **O ZMĚNĚ KLIMATU?**

---

## Ministerstvo životního prostředí

Projekt byl podpořen Ministerstvem životního prostředí, projekt nemusí vyjadřovat stanoviska MŽP.

## Obsah

<b>Předmluva</b>	<b>8</b>
<b>Úvod: Jak používat tuto publikaci</b>	<b>9</b>
<b>I. Země a změna klimatu</b>	<b>13</b>
I.I. Obecné informace	13
I.II. Změna klimatu jako environmentální problém	28
<b>II. Změna klimatu a politika</b>	<b>43</b>
II.I. Mezinárodní systém jednání	43
II.II. Emise a jejich snižování	52
<b>III. Změna klimatu a Česká republika</b>	<b>69</b>
III.I. Česká republika a dopady změny klimatu	69
III.II. Česká republika jako producent emisí	74
III.III. Politika ochrany klimatu	76
III.IV. Veřejná diskuze o změně klimatu	79
<b>Slovníček pojmů</b>	<b>90</b>
<b>Bibliografie</b>	<b>94</b>

## Předmluva

Změna klimatu je v současnosti jedním z nejméně diskutovaných globálních témat. Je stavěna na úroveň problémů jako je boj s HIV/AIDS či potírání hladomoru a chudoby, budí však mnohem větší kontroverze. Důvodů pro to je celá řada, bezpochyby mezi nimi nechybí mediální vděčnost tématu a jeho těžká uchopitelnost. Zatímco dopady hladomoru si umí představit asi každý, u změny klimatu je to složitější.

V dnešním světě není nijak složité informace získávat, ale naopak se zorientovat v jejich přebytku – umět hledat, oddělovat relevantní zdroje od irelevantních a kriticky o nich přemýšlet. To platí dvojnásob o tématech aktuálních a populárních, jakými globální otázky beze sporu jsou. Často je proto užitečný jakýsi odrazový můstek, který seznámí zájemce se základními informacemi a ukáže mu možnou cestu pro další hledání. Tato příručka usiluje o to, aby se stala právě takovým pomocníkem.

Na gymnáziích se výuka změny klimatu objevuje v různých předmětech – nejvíce v zeměpisu, základech společenských věd, ale také ve fyzice, biologii či chemii. Jednotlivé části se často vyučují v různých ročnících a pololetích, málokdy tak dojde k jejich spojení v jeden kompletní celek. Je pochopitelné, že na komplexní výuku není v rámci nabitých osnov čas, výsledky roztržitého přístupu jsou však často rozporuplné. Právě propojování znalostí a témat je hlavní ambicí této příručky.

Publikace završuje téměř roční projekt, který postupně zmapoval stav výuky změny klimatu na čtyřletých gymnáziích, konzultoval potřeby pedagogů i odborníků či analyzoval různé názorové proudy v České republice. Projekt byl podpořen Ministerstvem životního prostředí, projekt nemusí vyjadřovat stanoviska MŽP.

Za spolupráci děkujeme Rozálii Horké, Tereze Jermanové, Miroslavu Havránkovi a Daniele Zrucké. Za poskytnutí prostor a partnerství při realizaci projektu děkujeme Michalu Brožovi a Informačnímu centru OSN v Praze. Za cenné komentáře k textu, účast na workshopu, či podporu v individuálních konzultacích patří náš dík Janu Doleželovi, Barboře Hanzlové, Janu Hollanovi, Jaroslavě Kalvové, Stanislavě Kliegrové, Vítězslavu Kremlíkovi, Svatavě Janouškové, Ladislavu Metelkovi, Jiřímu Nekováři a Miroslavu Šutovi. Případné chyby či nepřesnosti jdou však výhradně na náš vrub.

**Autoři, Praha 2011**



## Úvod: Jak používat tuto publikaci

Knížka, kterou právě držíte v ruce, vznikla jako hlavní výstup několikaměsíční práce na projektu, jehož cílem bylo přispět ke zkvalitnění výuky o změně klimatu na českých gymnáziích. Její obsah a struktura vychází z hlavních výzev a problémů, které byly identifikovány ve vstupním průzkumu mezi pedagogy. Dále jsme vycházeli z doporučení odborníků a zástupců neziskového sektoru, vlastních zkušeností s tradičním i neformálním vzděláváním a zahraničních publikací, např. společenskovední řady učebnic nakladatelství Oxford University Press.

### 1. Hlavní výzvy výuky o změně klimatu a cíle publikace

Pokoušíme se přiblížit téma, které je ze své povahy **interdisciplinární** a ve své celistvosti proto složitě uchopitelné pro odborníky na výuku jednotlivých disciplín, např. fyziky, zeměpisu nebo společenských věd. Snažíme se přijít s takovým materiálem, který by učitelům pomohl s jinak **časově velmi náročnou přípravou** a dokázal jim předložit jak základní fakta, tak konkrétní příklady a aktivity do hodin. Důležité, ale zároveň velmi komplikované otázky změny klimatu chceme přibližovat **čtivě, názorně a tak, aby prezentace odpovídala rostoucím nárokům studentů** na pedagogy i učební pomůcky.

Uvědomujeme si **nedostatečnost časové dotace** pro danou problematiku a chceme přinést jasně utříděné informace, které jsou využitelné pro různé dlouhou výuku. Příručka by tak měla posloužit stejně dobře školám, které látce věnují třeba jen jednu vyučovací hodinu, i těm, které s ní stráví výrazně déle a vydají se více do hloubky.

### 2. Co přináší tato publikace a komu je určena

Pokusme se nejprve shrnout, čím tato publikace není. Podaří se nám tak hned v úvodu předejít případným nedorozuměním. V prvé řadě se **nejedná o klasickou učebnici**. Nemáme ambice suplovat stávající literaturu, ale spíše ji doplňovat. Neaspírujeme také na ucelené zpracování, snažíme se naopak vybírat to, co považujeme za nejzásadnější, ale také nejzajímavější. Nabízíme úvodní náčrt tématu, který by měl v ideálním případě posloužit jako nástroj pro zaujetí studentů a motivaci k dalšímu, samostatnému studiu.

Knížka proto **není autoritativním vypravěčem**, který by zcela vyčerpal látku (a často bohužel také studenta i učitele), ale spíše **průvodcem, který**

**chce načrtávat hrubé obrysy a otevírat nové obzory.** Nejde také o metodickou příručku. Nedomníváme se totiž, že by změna klimatu požadovala výrazně odlišnou metodiku a přístup pedagoga než jiná průřezová témata.

Na otázku, **jak učit o změně klimatu**, si odpovídáme, že je nutné přijít s **vyváženým mixem** složeným z

- **přehledně a srozumitelně představených základních informací** v podobě klasického textu, tabulek a grafů,
- **konkrétních příkladů**, které dokáží lépe přiblížit často velice těžko představitelné skutečnosti,
- náčrtu **hlavních sporných bodů vědecké i politické debaty**, přibližujícího jednotlivé aktéry a jejich pozice bez apriorních soudů,
- **samostatných aktivit studentů**, které budou vyžadovat úsilí i vlastní názor a při nichž bude pedagog působit v roli moderátora,
- jednoduchého **přístupu k rozšiřujícím zdrojům** pro samostatné studium.

Těmto tezím odpovídá struktura knížky, která je popsána níže.

**Publikace je určena učitelům i studentům.** Pro pedagogy by měla být „stavebnicí“, z níž si budou moci jednoduše a rychle složit výuku dle vlastních potřeb. Tři hlavní kapitoly na sebe sice rámcově navazují a vytvářejí tak jistou dějovou linii, každá z nich je však zároveň použitelná jako samostatný celek, což do velké míry platí i pro jejich jednotlivé části. Studentům by měla posloužit jako rychlý a přehledný zdroj informací.

### 3. Jednotlivé součásti a jejich využití

Stěžejní částí publikace je **základní text**, který se snaží rámcově vysvětlit nejdůležitější aspekty problematiky změny klimatu. Pedagogům by měl posloužit jako podklad pro přednášky i diskuze. Lze jej také zadat studentům k samostatné přípravě.

Hlavní linii doplňují **boxy**, které ilustrují probíranou látku a podtrhují její zajímavé stránky. Zpravidla neobsahují informace, které by byly těmi nejdůležitějšími nebo nepostradatelnými. Jejich cílem je rozšiřovat, přinášet oživení a přimět studenty k vlastnímu uvažování. **Případové studie** zpracovávají konkrétní příklady, na kterých lze lépe pochopit obecné souvislosti. Boxy označené jako **K zamyšlení** upozorňují na kontroverzní a nejednoznačné body, často z pozice aktérů té či oné debaty.

V závěru každé kapitoly naleznete několik **otázek**, které slouží především k rychlému zopakování nejdůležitějších informací. Doporučujeme je využít např. na konci hodiny či naopak po přestávce. Přes své faktografické zaměření mohou být přínosné i pro diskuzi v semináři. Následuje seznam anotovaných **zdrojů k doplnění a rozšíření látky**. Nejedná se o nejzásadnější odbornou literaturu k danému okruhu, ale o snadno dostupné a relativně lehce uchopitelné materiály a webové stránky, které přímo navazují na rozpracované problémy. Úplný seznam použitých zdrojů je přiložen v poslední části publikace.

Pro každou kapitolu jsme také připravili několik modelových **aktivit**, které přenáší iniciativu na stranu studentů a vyžadují od nich náročnější přípravu. U každé z nich je specifikováno, kolik studentů je možné zapojit a jak dlouho předem je třeba zadat úkoly. Důraz je kladen na to, aby studenti sami prováděli určitý průzkum či rešerši, zjištěné poznatky zpracovali a prezentovali svým spolužákům a reagovali v následné diskuzi. Tato část je do velké míry zaměřená na **přenositelné dovednosti**. Na učiteli je, aby posoudil, jakým způsobem mu časová dotace a počet studentů dovolí aktivitu zapojit do výuky. Maximalistickou variantou je **projektový den**, v jehož rámci je celá třída rozdělena do skupin, z nichž každá se věnuje aktivně jednomu úkolu a diskutuje práci ostatních. Minimalistickou pak **prostý referát**, který může zabrat jen několik málo minut.

Součástí příručky je také **slovníček pojmů**, který nabízí stručné vysvětlení nejdůležitějších vědeckých i politických termínů, které se vyskytují v textu. Slovníček pomůže zejména v případě, kdy čtenář pracuje jen s některou částí publikace a potřebuje rychle získat orientaci. Obsažené pojmy jsou v textu znázorněny barevně.

#### 4. Doplnkové materiály na webových stránkách

Na internetových stránkách [www.amo.cz/klima](http://www.amo.cz/klima) naleznete řadu dalších materiálů, které jsou využitelné ve výuce. K usnadnění práce jsme pro pedagogy připravili tři **powerpointové prezentace pro vzorové hodiny**, které kopírují strukturu knihy. Každá z nich je určena pro zhruba 30-35 minut dlouhou přednášku. Prezentace si můžete libovolně upravovat dle vlastních potřeb. Na webu dále naleznete **rozcestník s přímými odkazy na použité zdroje a databázi vzdělávacích a výzkumných projektů v oblasti změny klimatu v ČR i ve světě**.

Tato publikace samozřejmě není osamoceným příspěvkem. Právě naopak, i v češtině dnes existuje celá řada knih, které téma mapují z různých úhlů pohledu. Pro úvodní přehled bychom rádi doporučili zejména dvě následující publikace, které jsou informačně hutné, čtivé a navíc k dispozici zdarma v podobě pdf:

- **Metelka, L. a Tolasz, R. (2009). Klimatické změny: fakta bez mýtů.** Praha: Centrum pro otázky životního prostředí.  
Online: <http://www.czp.cuni.cz/knihovna/publikace/klimaticke-zmeny-web.pdf>  
*Třicetistránková publikace přináší stručný a přehledný úvod do přírodovědné dimenze problému klimatické změny.*
- **Varianty, kolektiv autorů (2009). Bohouš a Dáša: Klima v tísní.** Praha: Člověk v tísní, o.p.s..  
Online: [http://www.varianty.cz/download/pdf/pdfs\\_74.pdf](http://www.varianty.cz/download/pdf/pdfs_74.pdf)  
*Hravý materiál pro středoškolské učitele, který se věnuje i společenskovední a politické dimenzi.*

# I. Země a změna klimatu

## I. I. OBECNÉ INFORMACE

Kapitola seznámí čtenáře s vývojem klimatu a nejdůležitějšími principy jeho změny. Po jejím dokončení bude schopen porozumět skleníkovému efektu, znát základní informace o skleníkových plynech a vědět o slunečních cyklech. Dozví se o koloběhu uhlíku, zpětných vazbách v klimatickém systému či nejdůležitějších problémech výzkumu podnebí.

### 1. Co je klima?

#### Pojmy

**Počasi** je momentálním (krátkodobým) stavem atmosféry v daném místě. Zahrnuje např. teplotu vzduchu, rychlost a směr větru, srážky nebo oblačnost.

**Klima** (či podnebí) je obvyklým dlouhodobým průběhem počasí v širší geografické oblasti. To znamená, že je jakýmsi „průměrným počasím“.

**Meteorologie** je věda zabývající se atmosférou. Studuje její chování a vlastnosti – od složení, přes tvorbu oblaků až po akustické jevy.

**Klimatologie** je věda o podnebí. Zabývá se dlouhodobými účinky a podobou meteorologických procesů.

Charakter klimatu je určován celou řadou veličin, např. teplotou a vlhkostí vzduchu, atmosférickým tlakem, cirkulací atmosféry (povětrnostními podmínkami) či srážkami (např. intenzitou a četností výskytu dešťů). Pro jeho popis se pro zjednodušení používá **atmosférická** či **povrchová teplota** a vlhkost.

Změny počasí můžeme předpovídat na základě širších znalostí o klimatu a fyzikálních procesech v atmosféře. Průběh počasí je sice nepravidelný, avšak na několik dní dopředu relativně dobře předvídatelný. U klimatu je to složitější. Jeho proměny trvají podstatně déle, jejich sledování probíhá historicky kratší dobu a klima se navíc skládá z množství složitě měřitelných procesů.

## 2. Vývoj klimatu

Klima se dlouhodobě proměňuje. V průběhu historie se na celé zeměkouli střídala teplejší a studenější období, stejně jako období sušší a vlhčí. Pokud chceme sledovat vývoj v posledních desetiletích a pokoušet se předpovídat jeho průběh do budoucnosti, tak pro nás není příliš zásadní, jak to na Zemi vypadalo před stovkami miliónů let. Velmi se totiž lišila podoba zemského povrchu, flóra i fauna a další významné faktory. Změny v období **čtvrtohor**, tedy přibližně v posledních 3 mil. let, jsou pro pochopení dnešního dění naopak velice důležité.

Dlouhodobě dochází ke střídání dob ledových (**glaciálů**) a meziledových (**interglaciálů**). Poslední doba meziledová probíhá již 11 tis. let. Jak dlouho ještě potrvá? To záleží na několika faktorech. Přejechy mezi glaciálem a interglaciálem jsou způsobeny změnami v množství slunečního záření dopadajícího na severní zeměpisné šířky. To se mění v souvislosti s pochody na Slunci, ale především pak díky změnám v pohybu Země.

Množství sluneční energie, které dopadá na zemský povrch, není stejnoměrně rozdělené. Různé zeměpisné šířky přijímají různé množství tepla v různém čase – to poznáme třeba na střídání ročních období. V dlouhodobém horizontu je pak tento jev popsán třemi tzv. **Milankovičovými cykly**, které trvají 21-96 tis. let a popisují změny ve sklonu zemské osy, výstřednosti její oběžné dráhy a v krouživém pohybu osy. Tyto cykly tvoří složité předivo změn v množství energie dopadající na planetu, které mělo a má určující charakter pro zemské klima.

Je-li během severského léta Země v **odsluní**, a její vzdálenost od Slunce v přísluní a odsluní se dostatečně liší (tj. oběžná dráha Země je hodně odlišná od kružnice), tak v oblastech kolem polárního kruhu nestačí tát sníh a hromadí se led. Tím nastupuje **doba ledová**. Opačná situace, kdy na polární kruh dopadá výrazně větší celkový objem slunečního záření, pak vede k jejímu ukončení.

Klima se však samozřejmě mění i v rámci glaciálů a interglaciálů. Nejvíce zkoumaný je vývoj za posledních tisíc let, především s důrazem na severní polokouli. V něm můžeme rozlišit tři hlavní období: **středověké teplé období** (přibližně 9. až 14. století), **malou dobu ledovou** mezi 16. až 19. stoletím (někdy se uvádí už 15. století) a po ní opět následující nárůst průměrných teplot. Každé z těchto období je velmi nesourodé, k oteplování či ochlazování docházelo na různých místech v různém čase. Jedná se tedy spíše o pojmenování obecných klimatických trendů dané doby.

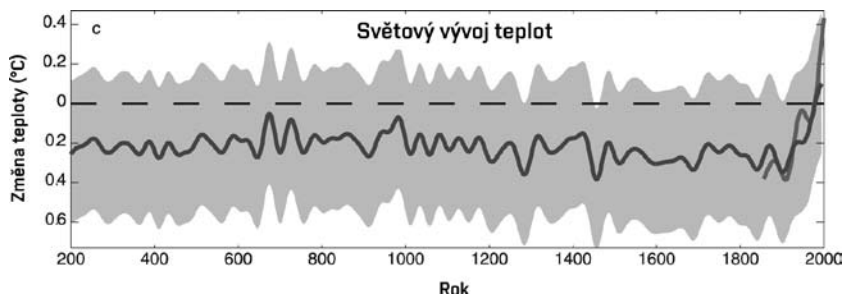
**Středověké teplé období** vykazovalo v některých oblastech průměrnou teplotu o 1 až 2 stupně vyšší než v dalších stoletích, někde dokonce vyšší

než dnes. Z celosvětového hlediska však dlouhodobě nebyly teploty vyšší než v druhé polovině 20. století. Jak vypadala situace v českých zemích? Příkladně se velmi dařilo pěstování vinné révy. Karlštejnské víno bylo prý lehce natrpklé, ale znamenité.

**Malá doba ledová** přišla velmi náhle, a je tak nejlepším příkladem toho, že po krátké přechodné fázi má klima spíše než k pozvolné a stupňovité proměně tendenci k rychlým, extrémním změnám. Jednalo se o období, ve kterém se naposledy rozšiřovaly horské ledovce. Jeho nástup např. vyhnal vikinské osadníky z Grónska, které se pro ně stalo neobyvatelným.

Od roku 1850 do dnešní doby se globální teplota zvýšila v průměru o 0,8°C. Opět si nepředstavujme, že by šlo o rovnoměrně rozložené oteplování z roku na rok, ale spíše o skokové proměny ve třech kratších periodách. V druhé polovině 20. století dosáhla zemská teplota nejvyšších hodnot za posledních pět set až tisíc let, alespoň podle většiny dostupných nepřímých dat. Toto oteplení je přisuzováno vyššímu výkonu Slunce a úbytku vulkanických aerosolů ve stratosféře, ale hlavně tzv. **antropogenním vlivům**, tedy změnám způsobeným lidskou činností, kterým se budeme detailněji věnovat v následující kapitole.

### Vývoj odchylek průměrné světové teploty



Zdroj: Jones, P.D., Mann M. E. (2004): Climate Over Past Milenia

Graf ukazuje rekonstrukci vývoje teploty za poslední dvě tisíciletí. Šedá vrstva popisuje rozsah nejistoty, tedy odchylku, o kterou se graf může lišit. Jelikož se jedná o průměrné teploty z celého světa, některé trendy ze severní polokoule nemusí být tak znatelné. Všimněme si výrazného nárůstu teplot v moderní době. Rozdvojení křivky na pravém okraji grafu zobrazuje různé výsledky dle přímých a nepřímých indikátorů.

## Případová studie: Jak zjišťujeme dávné teploty?

Přesná měření teplot a jejich zaznamenávání po celém světě existují pouze z posledních zhruba 100 až 150 let. Pražské Klementinum je jedním z nejstarších pracovišť, jehož data sahají až k roku 1775. Vědci mají několik možností, jak nepřímo zjišťovat podobu klimatu v dřívějších dobách. Mohou analyzovat letokruhy v kmenech stromů, zkoumat usazeniny na mořském dně či provádět vrty v ledovcích. Na základě složení vzduchových bublin v ledu (poměr dvou různých izotopů kyslíku částečně závisí na jeho teplotě) je možné získat data stará až 650 tis. let. Tato data jsou samozřejmě méně přesná než přímá měření, a je proto nutné k nim přistupovat opatrně a vždy je ověřovat z několika různých zdrojů.

## K zamyšlení: Je opravdu teplota posledních let nejvyšší?

Největším problémem vyhodnocování vývoje teploty je skutečnost, že nemáme k dispozici téměř žádná data před rokem 1850 získaná z přímých měření z míst mimo Evropu a několika málo bývalých evropských kolonií. Pravděpodobně nejčastěji používaný graf teplotního vývoje vychází ze studie založené na nepřímých indikátorech, publikované v roce 1998 americkými vědci Michaellem Mannem, Raymondem Bradley a Malcolmem Hughesem. Ten můžeme vidět na předchozí straně. Jelikož graf vývoje teploty připomíná zahnutou hůl, často se mu říká hokejový graf. Vychází z něj, že průměrná globální teplota v druhé polovině 20. století je nejvyšší přinejmenším od 15. století.

Graf je dodnes zpochybňován. Jeho hlavními kritiky je dvojice amerických vědců Steven McIntyre – Ross McKittrick, která upozornila na řadu nesrovnalostí především v použité metodologii. Také zveřejnila vlastní rekonstrukci teplot, která byla naopak zkritizována původní skupinou vědců pro faktické chyby. Zpřesnění grafu ze strany Manna vyvolalo další odmítavou reakci a v tomto duchu debata pokračuje dál.

Proč existují dva takto nesmiřitelné tábory? Příčiny je možné hledat na obou stranách. Týmu kolem McIntyry a McKitricka především vadí, že ačkoliv existuje mnoho výzkumů, často je dělali titíž vědci, kteří používali stále stejné soubory dat. Skupina vědců kolem Manna také dlouhou dobu odmítala svá data zveřejnit, což příliš neodpovídá standardům vědecké práce. Na druhé straně se z dvojice McIntyre-McKitrick postupem času staly jakési idoly klimatických skeptiků a debata se posunula z vědecké do ideologické roviny. Spor pokračuje dodnes, ačkoliv nová měření mnohdy ukazují, že teplotní trend „hokejky“ je v principu správný a alternativní vývoje teplot jsou v menšině. Závěr, že jsou teploty v druhé polovině dvacátého století nejvyšší přinejmenším od středověku, je přijímán širokou vědeckou obcí a je základem pro jednání o klimatu v rámci Organizace spojených národů (OSN).



### 3. Proč se klima mění a co způsobuje jeho změny?

Již víme, že proměnlivost klimatu je ve velké míře naprosto přirozenou součástí historie Země. Co přesně změnou klimatu rozumíme a co ji způsobuje? **Změna klimatu** je dlouhodobou proměnou průměrných vlastností klimatu, která je způsobena změnou poměru přijímané a vyzařované energie ze slunečního záření. Nejjednodušeji se měnící klima popisuje pomocí průměrné teploty na Zemi, resp. jejího rozdílu.

Změna klimatu je způsobena především třemi druhy faktorů. První můžeme nazvat **vesmírné** a jedná se o intenzitu a rozložení slunečního záření spolu se změnami v oběžné dráze Země. Dále jsou důležité **vlastnosti zemského povrchu**, tedy polohy pevnin a oceánů a druh povrchu (zda se jedná o zamrzlou a zasněženou zemi, poušť, či zalesněnou plochu). Můžeme sem zařadit i sopečnou činnost, hustotu vegetace atd. **Ostatní vlivy** se skládají např. ze změn chemického složení atmosféry, biologických procesů či dopadů lidské činnosti na klima. Zatímco změny v oběžné dráze Země trvají tisíce let, změny zemského povrchu či chemického složení atmosféry mohou být relativně velmi rychlé.

Jak spolu tyto faktory souvisí? Všechny ovlivňují **energetickou bilanci** Země. Změna určitého parametru, např. doby setrvání sluneční energie v atmosféře z důvodů vyšší koncentrace skleníkových plynů, způsobí změnu poměru mezi přijatou a vyzařovanou energií. Vyzařování nadbytečné energie trvá až do ustavení nové rovnováhy. Veškerou energii, kterou planeta přijme, totiž nakonec někdy vyzaří do vesmíru. Pakliže poklesne solární příkon (např. se změnou oběžné dráhy Země), Země bude stále vyzařovat energii jako těleso o teplotě, odpovídající původnímu příkonu. Tato teplota se bude postupně snižovat, dokud nedosáhne rovnováhy odpovídající sníženému příjmu sluneční energie.

Jak rychle k takové proměně dochází? Záleží na její velikosti. Drobné změny v bilanci mohou běžet desítky i stovky let, než je dosaženo nového rovnovážného stavu. Právě v jejich případě hovoříme o změně klimatu.

Výzkumy ukazují, že průměrná globální teplota v posledních 150 letech vzrůstá, což poukazuje na změnu některého z faktorů ovlivňujících klima. Nárůst průměrné teploty si ale nepředstavujeme jako zvyšování všech lokálních teplot – v některých oblastech mohou naopak klesat. Stejně tak není nijak v rozporu s tímto tvrzením, pokud např. v České republice krátkodobě zazijeme chladnější léta a tvrdší zimy. Zabýváme se totiž dlouhodobou tendencí na úrovni planety Země jako celku.

Pro pochopení dalších řádků je nutné chápat vlastnosti **zemského povrchu**. Ten část slunečního záření **odráží** (sněhem pokryté oblasti) a část **pohlcuje** (oceány). Rozsah různých oblastí (zasněžené oblasti, pouště, lesy atd.) tak slouží jako částečný regulátor průměrné teploty. Poměr odraženého a dopadajícího záření nazýváme **albedo**. Čím je albedo vyšší, tím více záření je od země odraženo.

#### 4. Sluneční záření a sluneční cykly

**Sluneční záření** je hlavním dodavatelem energie na Zemi. Jeho množství není konstantní a odhady jeho intenzity v různých obdobích se liší. Pozorování a výpočty za poslední tisíciletí ukázaly, že teplotní výkyvy a sluneční aktivita spolu úzce souvisejí.

Sluneční aktivita probíhá v **cyklech**, kdy se úroveň ozáření Země periodicky zvyšuje a snižuje. Krátký cyklus trvá průměrně 11 let. Přesná měření dopadů tohoto cyklu jsou možná až od roku 1978 s příchodem satelitních pozorování, před touto dobou lze aktivitu pouze odhadovat na základě nepřímých měření. Rozdíl záření mezi maximem a minimem cyklu však není velký.

Podstatně větší efekt však může mít existence delších slunečních cyklů, jejichž rozsah a vliv jsou v současné době zkoumány. Cykly dlouhé několik stovek až tisíců let by také měly mít svá minima a maxima dopadu záření na Zemi, a tím i vliv na její klima. Klimatičtí skeptikové často na existenci těchto cyklů upozorňují. Jejich dopad je však zatím znám jen nedostatečně a je třeba dalšího výzkumu.

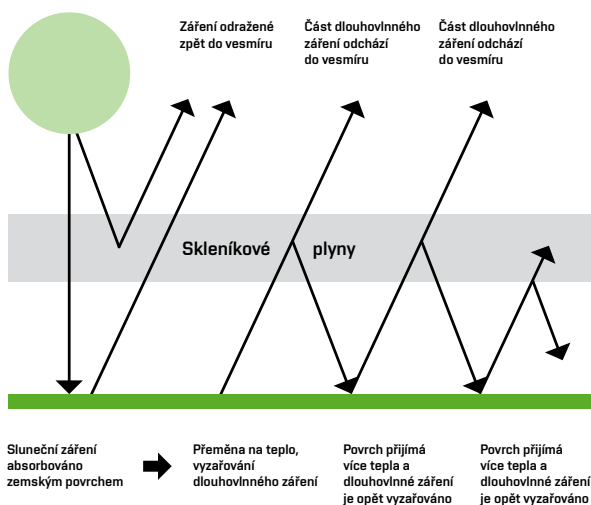
Většinou se vědecká obec přiklání k tomu, že sluneční aktivita v posledních zhruba třiceti letech mírně poklesla, zatímco průměrná teplota na Zemi stoupá. Tím pádem by probíhala globální změna klimatu i přesto, že Země dostává méně energie.

#### 5. Skleníkový efekt

Každé těleso vydává elektromagnetické záření, jehož délka odpovídá teplotě tělesa. Teplé objekty (např. vlákno v žárovce) vysílají krátkovlnné záření, zatímco studenější objekty (zemský povrch) vysílají dlouhovlnné záření. Sluneční záření pokrývá široké spektrum od velmi krátkého, tzv. gama záření, až po dlouhé radiové vlny. Viditelné světlo je pouze jeho malým zlomkem. Vlastností všech těles je také schopnost záření o určitých vlnových délkách pohlcovat. Tím dochází ke změně jejich teploty a následnému vyzáření energie.

Toto je základem tzv. **skleníkového efektu**, ke kterému dochází díky přítomnosti vodní páry a dalších plynů v atmosféře. Plyny obsažené v atmosféře přispívají ke zvyšování zemské teploty tím, že umožňují průchod podstatné části slunečního záření (to se zhruba ze 30 % odráží od oblačnosti a zemského povrchu), ale zároveň pohlcují většinu tepelného infračerveného záření vysílaného ohřivaným zemským povrchem. Tím zabraňují okamžitému úniku tepla zpět do vesmíru. Bez výskytu těchto **skleníkových plynů** by byla průměrná teplota na Zemi podstatně nižší než současných 15°C, a to přibližně -18°C .

Sluneční energii, kterou Země přijme, musí zase někdy vydat, jinak by docházelo k trvalému oteplování atmosféry. Dochází k tomu však postupně, několikanásobným pohlcováním a vyzařováním. Plyny tepelné záření pohlcují, díky čemuž se vzduch ohřívá. Tím však sám také vydává tepelné záření. Toto záření putuje všemi směry, částečně zpátky k zemskému povrchu, a tím se celý cyklus opakuje.



Jak velký má skleníkový efekt vliv na změnu klimatu? O tom se vede intenzivní vědecká debata. Jde o to, jak moc je klima ke změnám náchylné, a tedy do jaké míry povede např. zvýšení koncentrace oxidu uhličitého k nárůstu průměrné teploty. Kvůli přítomnosti zpětných vazeb a existenci uhlíkového cyklu (viz. dále) zde neexistuje jednoduchá lineární závislost. Čtvrtá hod-

notičí zpráva **Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC)** uvádí, že dvojnásobné zvýšení koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře povede s velkou pravděpodobností ke zvýšení průměrné teploty o 2 až  $4,5^\circ\text{C}$ . Někteří skeptici předpokládají, že citlivost klimatického systému vůči změnám je naopak velice malá, a že zdvojnásobení koncentrace  $\text{CO}_2$  povede ke změně teploty přibližně jen o  $1^\circ\text{C}$ .

## 6. Skleníkové plyny

Za skleníkové plyny označujeme takové plyny, které pohlcují tepelné infračervené záření a přispívají tak k ohřevu atmosféry. Patří mezi ně **vodní pára**, která má na skleníkovém efektu největší podíl, dále pak **oxid uhličitý** ( $\text{CO}_2$ ), **metan** ( $\text{CH}_4$ ), **oxid dusný** ( $\text{N}_2\text{O}$ ), **troposférický** (přízemní) **ozon** ( $\text{O}_3$ ) a tzv. **nové plyny**, což jsou skupiny perfluorovaných, hydrogenfluorovaných a chlorofluorovaných uhlovodíků (označovaných zkratkami HFC, PFC, CFC). Tyto plyny jsou uměle vytvořeny lidskou činností a jejich vliv na skleníkový efekt je značný již při malém množství.

**Životnost** jednotlivých skleníkových plynů v atmosféře se výrazně liší – od několika let u metanu až po tisíciletí v případě nových plynů. Jejich koncentrace je však v celé atmosféře (přibližně do výše 100 km) víceméně rovnoměrná. Vodní pára je v tomto výjimkou, jelikož přetrvává pouze několik dní a je jí velmi málo v chladném ovzduší např. v polárních oblastech.

Vliv skleníkových plynů na chování atmosféry závisí na dvou věcech: množství a **radiačním vlivu**. Čím vyšší je radiační vliv plynu, tedy čím více ovlivňuje energetickou bilanci atmosféry v přepočtu na jednotku hmotnosti, tím menší množství stačí k pozměnění atmosférických procesů.

Množství a podíl na skleníkovém efektu u nejdůležitějších skleníkových plynů			
Název	Množství	Podíl na efektu	Setrvání v atmosféře
Vodní pára	Liší se dle místa	36 – 72 %	Několik dní
Oxid uhličitý	388 ppm (částic na jeden milion částic vzduchu, tzn. 0,0388% atmosféry)	9 – 26 %	Přibližně 100 let
Metan	1 800 ppb (částic na jednu miliardu částic vzduchu)	4 – 9 %	12 let
Nové plyny	Stopové množství	1 %	Tisíce let

Přesný procentuální vliv skleníkových plynů není možné určit, protože části spektra tepelného záření, které jednotlivé plyny pohlcují, se často překrývají.

**Vodní pára** je plynem s nejvyšší koncentrací, a také nejvyšším dopadem na chování atmosféry. To můžeme ukázat na jednoduchém příkladu: v oblastech se suchým vzduchem (např. pouště) kolísají teploty mezi dnem a nocí podstatně více, než v oblastech s vysokou vzdušnou vlhkostí (tropy). Zatímco v prvním případě se může teplota lišit o několik desítek stupňů, v druhém je velmi stabilní.

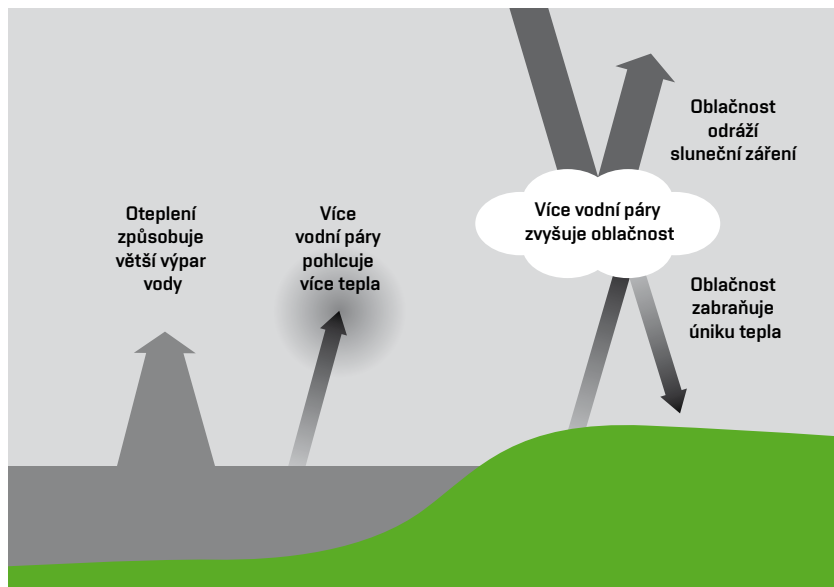
Později budeme pracovat s pojmem **ekvivalent oxidu uhličitého**. Jedná se o jednotku, která vyjadřuje, kolik tun oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ) by mělo stejný vliv na skleníkový efekt jako jedna tuna jiného skleníkového plynu. Jedna tuna metanu má tak např. mnohem větší vliv než jedna tuna oxidu uhličitého (konkrétně 23x), a může tak být vyjádřena jako 23  $\text{CO}_2\text{eq}$ . Tato hodnota není konstantní a v čase se mění. S rostoucí koncentrací  $\text{CO}_2$  v atmosféře se tak mění i jeho relativní váha vůči ostatním skleníkovým plynům.

Koeficienty přepočtu na $\text{CO}_2\text{eq}$	
Skleníkový plyn	Koeficient přepočtu
Oxid uhličitý	1
Metan	23
Oxid dusný	310
HFC, PFC, CFC	Stovky až tisíce

## 7. Zpětné vazby klimatického systému

Klimatický systém zatím není prozkoumán do úplných detailů, také proto, že obsahuje velké množství proměnných a vztahů mezi nimi. Jednou z jeho důležitých vlastností jsou tzv. **zpětné vazby**: jedna změna vyvolá další změny, a ty zase mohou zrychlit či zpomalit efekt změny původní. Jedná se o tedy o jakousi smyčku – např. nižší albedo vede k vyšší teplotě, ta přispívá k tání ledovců, a to znamená zase nižší albedo. Existence těchto zpětných vazeb je jedním z největších problémů pro současnou klimatologii – jejich rozsah je totiž možné odhadovat jen velmi hrubě.

## Schéma zpětných vazeb



Zdroj: [www.skepticalscience.com](http://www.skepticalscience.com)

Existují vazby **pozitivní** (ve smyslu umocnění změn), kam se řadí např. tání permafrostu (věčně zmrzlé půdy). Z permafrostu se uvolňuje metan, čímž dochází k zesilování skleníkového efektu. Patří sem také odtávání ledovců, které zvyšuje hladinu oceánů. Tím vzniká větší plocha pro výpar a snižuje se albedo. Dochází tak k absorpci většího množství energie, a tím k ohřívání zemského povrchu. Vedle toho pozorujeme také **negativní** zpětné vazby, které změny zbrzdí, jako je např. tvorba oblak. Vyšší teplota znamená větší vypařování vody, které způsobí více oblačnosti (ačkoliv zde není přímá lineární závislost) a ta následně zvýšení odrazivosti.

## Případová studie: Vybrané zpětné vazby

**Vodní pára** – vzrůst teploty vede k většímu vypařování vody. Více páry v atmosféře umocňuje skleníkový efekt, a tím vede k dalšímu nárůstu teploty. Tento vliv je ale brzděn skutečností, že v atmosféře může být pouze omezené množství páry (při jeho překročení dochází ke zkvapnění a dešti). Zároveň však větší vypařování přispívá k tvorbě oblačnosti, která zvyšuje odrazivost. Vodní pára je tak součástí jak pozitivních, tak i negativních zpětných vazeb.

**Tání ledovců** – tání ledovců a sněhové pokrývky obnažuje zemský povrch a tím snižuje odrazivost.

**Oblaka** – oblaka jsou důležitou a komplikovanou součástí termoregulace atmosféry, jelikož mohou – podle typu – přispívat buď k oteplování, nebo naopak ochlazování. Tvoří dvě třetiny albeda Země.

**Biosféra** – nárůst koncentrací oxidu uhličitého může vést k rychlejšímu růstu vegetace, a tím měnit albedo.

## IPCC – Mezivládní panel pro změnu klimatu

V roce 1988 vznikl při Organizaci spojených národů **Mezivládní panel pro změnu klimatu** (Intergovernmental Panel on Climate Change – **IPCC**). Panel je širokým seskupením vědců z nejrůznějších oborů, kteří zkoumají klima jako takové a vzájemný vliv člověka a klimatu. V současné době sdružuje stovky vědců z více než 120 zemí. Klima je složitým systémem, který může být zkoumán z fyzikálního, ale třeba i socioekonomického hlediska. Není proto možné, aby takto složitou problematiku obsáhl jedinec či malá skupina vědců. Úkolem panelu je tak syntetizovat známé poznatky z již existující literatury. Sám neprovádí žádný nový výzkum. Závěry vydává jednou za několik let v podobě zpráv. Zatím poslední z nich, tzv. Čtvrtá hodnotící zpráva vyšla v roce 2007, další se připravuje na rok 2014. Tyto zprávy jsou velmi obsáhlé a čítají tisíce stran textu. Důležité je proto shrnutí pro politiky a veřejnost, které ovlivňuje, jakým způsobem se státy a firmy staví k ochraně a změně klimatu.

Panel provází několik kontroverzí. Ačkoliv se má jednat v první řadě o vědeckou instituci, tvorba shrnutí je částečně ovlivňována jednotlivými zeměmi. Nejedná se nutně o manipulaci s fakty, spíše zdůraznění jedné části výzkumu na úkor jiných (např. klíčová role člověka ve zvyšování koncentrace  $\text{CO}_2$  v atmosféře oproti zatím nedostatečnému výzkumu oblačnosti či sluneční aktivity), čímž je pak ovlivněna debata na mezinárodních jednáních. IPCC je také často obviňován ze zveličování změny klimatu (i když někdy i z pravého opaku), a také z aktivního zasahování do politiky, jelikož výzvou k aktivnímu boji proti narůstání koncentrací skleníkových plynů překračuje hranice mezi výzkumem a politikou.

Instituci se také nevyhnuly skandály. Pravděpodobně nejslavnějším je tzv. Climategate. V roce 2009 hackeři zveřejnili část emailové konverzace mezi výzkumníky na University of East Anglia ve Velké Británii. Emaily obsahovaly pasáže, které vedly k domněnce, že vědci záměrně manipulují s fakty a zveličují tak změnu klimatu. Vědci se bránili, že se jedná o informace vytržené z kontextu. Několik na sobě nezávislých vyšetřování žádnou manipulaci neodhalilo, ale univerzita jimi byla kritizována za nedostatečnou otevřenost a nedodržování zásad špičkové vědecké práce. ►►

► IPCC byl v roce 2007 oceněn Nobelovou cenou míru (společně s bývalým americkým viceprezidentem a autorem dokumentu *Nepohodlná pravda* Alem Gorem).

## K zamýšlení: Klima, věda a politika

Na mnoha místech v této publikaci označujeme změnu klimatu zároveň za vědecký a politický problém, představujeme odlišné názory a vyzýváme ke kritickému myšlení. Proč tomu tak je, když hovoříme o jevu, jehož podstata je v zásadě fyzikální, a tedy na první pohled jen těžko zpochybnitelná?

Změna klimatu je mimo bezprostřední zkušenost každého z nás. Nemůžeme ji zažít „na vlastní kůži“ a ověřit si ji, či naopak vyvrátit. To by bylo možné jen u některých jejích projevů, např. zvýšených teplot a častějších vln sucha, ale ani tady nemůžeme sami o sobě posoudit příčiny a zasadit věci do širších souvislostí. Jsme proto nevyhnutelně závislí na zprostředkovaných informacích, které k nám přichází z mnoha zdrojů: od médií, vědců, politiků, ale také učitelů, spolužáků nebo rodičů. Vlastní názor si pak vytváříme na základě toho, kterým z těchto informací uvěříme. Roli přitom hraje nejen přesvědčivá a podložená argumentace, ale také třeba naše vlastní vzdělání a důvěryhodnost zdroje. Ta je přitom velmi subjektivní – důvěřujeme např. svým rodičům, kteří přitom o daném tématu nemusí vědět téměř nic. Změna klimatu je navíc jen jedním z nespočetného množství témat, se kterým se v každodenní informační záplavě setkáváme. Je tedy logické, že mu věnujeme jen velmi omezené množství pozornosti.

Role politiky a vědy by v ideálním světě měly být ve vztahu ke klimatu oddělené a jasné: vědci přijdou s maximálně objektivními poznatky, na jejichž základě politici našim jménem rozhodnou o optimálních opatřeních. Tento stav je ovšem nedosažitelný a vztah mezi vědou a politikou mnohem složitější, často s velmi nejasnou hranicí. Proč tomu tak je? Zkusme si načrtnout několik základních problémů:

**1. Vědci a politici hovoří jinými jazyky.** Zatímco věda je založená na kritickém myšlení a neustálé skepsi, od politiky očekáváme jasné „pravdy“ a rozhodná řešení. Zkreslení a politizace vědeckých poznatků tak často vzniká v „překladu“ mezi těmito dvěma myšlenkovými světy. Stovky stran komplikovaného vědeckého textu je pro potřeby politiků a veřejnosti nutné shrnout do několika málo stránek či dokonce vět, které navíc musí být dostatečně jasné a naléhavé, mají-li mít šanci na úspěch: nelze říci, že jev A podle scénáře B nejspíše proběhne v intervalu C a D, ale co, proč a kdy je třeba udělat.

**2. Věda nezná jistotu, jen pravděpodobnost.** Prokázat neumíme ani „velký třesk“ či evoluční teorii. U tak komplikovaného jevu jako změna klimatu jsme navíc odkázáni na modely a simulace. Nelze tedy učinit politické rozhodnutí, které by bylo stoprocentně vědecky podložené. V žádném případě tedy nejde o střet mezi rozumem a pravdou na jedné a tmářstvím a manipulací na druhé straně.

**3. Řešení jsou vždy politická.** Rozhodovat o zákonných opatřeních mohou jen politici, v demokraciích pak můžeme mluvit o tom, že zastupují vůli občanů. Jejich rozhodování, probíhající v prostředí výše popsané nejistoty, je pak samozřejmě ovlivně-



no celou řadou dalších skutečností. Jednou z nich je filozofické a politické smýšlení – zarytý liberál věřící v nezasahování do chodu ekonomiky a společnosti bude pochopitelně méně nakloněn regulačním opatřením (např. snižování emisí) než jeho kolega z levicověji či zeleněji orientované strany, který klade důraz na kolektivní odpovědnost a životní prostředí jako takové. Opět to neznámá, že jeden z nich by měl automaticky blíže pravdě. Politici se také nechávají ovlivnit veřejnými míněním, nevládními organizacemi či různými lobby. Kromě expertízy jim také často chybí odvaha prosazovat nepopulární řešení.

**4. Politika a věda na sobě nejsou nezávislé, ale žijí ve složité symbióze.** Drtivá většina vědců je závislá na financování z veřejných zdrojů. Ty nejsou neomezené a o jejich přidělování rozhodují právě politici, kteří tak nepřímou (ale často i přímo) určují, jaká témata dostanou ve výzkumu přednost. Nejlepším příkladem jsou americký a sovětský vesmírný program 50. a 60. let, ale platí to pochopitelně i o současné klimatologii. Vědci jsou proto nuceni umět své výsledky „prodat“, což je samozřejmě omezuje v jejich nezávislosti.

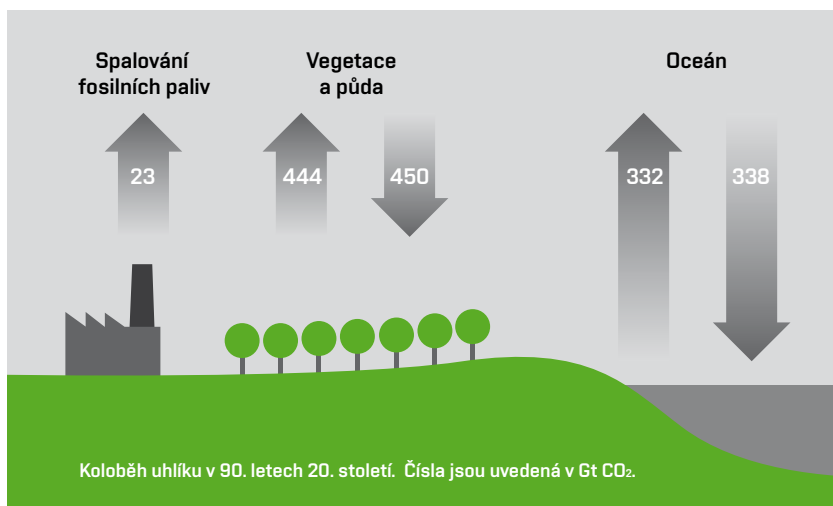
**5. Vědci jsou jen lidé.** Nežijí odtržení od společnosti a dění své doby. Mají vlastní názory a přesvědčení, které je ovlivňují v jejich práci – např. se podle nich rozhodují, jestli se pokoušet určitě teorie potvrdit, či naopak vyvracet. To není v žádném případě špatně. Vědomí zakotvení vědce ve společnosti a jeho zodpovědnosti vůči ní je nezbytným základem vědecké etiky. Náзор také naprostou většinu vědců nevede k manipulování výsledků. Pro veřejnost i politiky je ale často těžké rozlišovat mezi potvrzenými fakty a osobním názorem, pokud ho vědec říká navenek, zejména pak v komplikovaném světě masových médií. Vedle toho ale samozřejmě i ve vědecké obci existují lidé, které osobní motivace (prestiž, věhlas, finance apod.) vede ke zkreslování, či přímo falšování výsledků. Věda se také samozřejmě může mýlit a mýlí – celé její dějiny jsou také příběhem chyb a slepých uliček. Sečteno a podtrženo, k vědě a jejím závěrům je třeba přistupovat stejně kriticky, jako jsme si zvyklí v případě médií či politiky. V žádném případě ale netvrdíme, že by naprostá většina vědců nepracovala poctivě a korektně.

Změna klimatu je tedy sice přírodním jevem, ale její porozumění a uchopení záleží na tom, jak se stavíme k celé řadě otázek, např. ohledně vlivu člověka, vhodnosti různých opatření či tomu, kdo by je měl zaplatit. Odpovědi hledáme pomocí vědy, ale i celé řady dalších zdrojů. V konečném důsledku jsou navíc vždy otázkou naší volby, tedy otázkou výsostně politickou.

## 8. Koloběh uhlíku

Uhlík se na Zemi vyskytuje ve velkém množství podob. Je základní stavební jednotkou organických sloučenin, které tvoří těla živých organismů. V čisté formě jej najdeme v grafitu či diamantech, dále je také součástí molekul celé řady plynů (oxid uhličitý, oxid uhelnatý, metan apod.). Mezi těmito podobami dochází k proměnám. Výměna uhlíku probíhá především mezi třemi hlavními rezervoáry zemského systému – atmosférou, zemským povrchem a oceány – a je dlouhodobě stabilní. Nazývá se koloběh uhlíku (**uhlíkový cyklus**).

### Schéma koloběhu uhlíku



Zdroj: [www.skepticalscience.com](http://www.skepticalscience.com)

Rezervoáry uhlíku (GtC – gigatuny, tzn. miliardy tun uhlíku)	
Hluboký oceán	37 000
Svrchní vrstva oceánů	900
Atmosféra	800
Zemský povrch (živé organismy, ale i hmota již odumřelých rostlin)	2 300

Největším rezervoárem uhlíku je zemská kůra a horniny v ní obsažené (odhady se pohybují mezi 20 až 100 miliony Gt uhlíku). Protože zde nedochází k výrazným změnám, nejsou horniny zahrnuty do aktivního uhlíkového cyklu. Avšak **spalování fosilních paliv**, která jsou součástí zemské kůry a nepůsobí tak aktivně v hlavních tocích uhlíkového cyklu, zvyšuje tok uhlíku do atmosféry. Tím se narušuje rovnováha cyklu. Právě toto je jedním z hlavních vědeckých podkladů pro tvrzení, že lidský vliv na klima je klíčový v posledních dvou stoletích, tedy od tzv. průmyslové revoluce.

Klíčová je zde **role oceánů**, které působí jako hlavní regulátor koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře. V některých částech světa působí oceány jako producenti uhlíku (Indický oceán kolem rovníku), v jiných jej pohlcují (Severní moře), celkově jsou však hlavním aktivním úložištěm. Zatím není příliš jasné, jak zvyšující se koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře oceány ovlivní – zda zvýší či naopak sníží jejich pohlcující schopnost.

#### Případová studie: Shody a neshody ve vědecké debatě

**Shoda** – Navýšení množství oxidu uhličitého v atmosféře má díky fyzikálním a chemickým principům vliv na sílu skleníkového efektu. Spalování fosilních paliv podle současných propočtů výrazně přispívá ke zvýšení podílu tohoto plynu v atmosféře.

**Spory** – Většinou je vědecká obec toho názoru, že za zvýšení koncentrací CO<sub>2</sub> od dob průmyslové revoluce může především člověk a jeho dopad se projevuje vyššími teplotami. Menší shoda panuje na tom, do jaké míry je klima k této změně citlivé a jak rychle na ni reaguje, tedy k jakému oteplení povede např. zdvojnásobení koncentrace CO<sub>2</sub>. Zatímco IPCC tvrdí, že je tato změna rapidní, tzv. klimatičtí skeptikové a někteří vědci říkají, že klima je podstatně více inertní a změna teplot je způsobena přirozenými cykly Slunce a střídáním dob ledových a meziledových.

**Oblasti, kde je třeba další výzkum** – Vliv slunečních cyklů a variací na změnu klimatu. Vztah koncentrace vodní páry a vzrůstající teploty.

**Nejasnosti** – Jak se změna bude projevovat na úrovni jednotlivých regionů. Zatím jsou velmi nedostatečné informace o povrchové teplotě před rokem 1850. Není jasný také vliv člověka a přírodních procesů na oblačnost, která hraje velkou roli při odrazení slunečního záření. Velkou neznámou je také to, jak se budemnit absorpční schopnost zemského povrchu a hlubokých oceánů s přibývajícím koncentracemi skleníkových plynů v atmosféře.

## I.II. ZMĚNA KLIMATU JAKO ENVIRONMENTÁLNÍ PROBLÉM

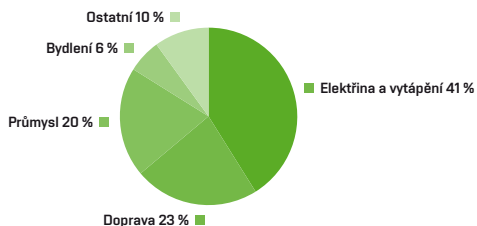
### 1. Antropogenní vlivy

Dle poznatků shrnutých v hodnotících zprávách **Mezivládního panelu pro změnu klimatu** dochází od poloviny 18. století k postupnému nárůstu skleníkových plynů v atmosféře, a to zejména v důsledku lidské činnosti. Koncentrace oxidu uhličitého roste exponenciálně. Logicky se nabízí možnost stavět tyto dva jevy do přímé souvislosti, ačkoliv toto není možné považovat za přímý důkaz bez zvážení dalších součástí klimatického systému.

Zatímco **průměrná koncentrace CO<sub>2</sub>** v polovině 19. století dosahovala 280 ppm (parts per million, částic na jeden milion částic ve vzduchu), v roce 2009 se již jednalo o 388 ppm. Nejrozšířenějším skleníkovým plynem je sice vodní pára, její množství se však v závislosti na lidské činnosti nemění tak výrazně a nepřetrvává v atmosféře dlouho. Je naopak závislé na teplotě, kdy jakkoliv způsobené oteplení vede ke zvýšení jejího podílu ve vzduchu. Koncentrace jiných skleníkových plynů, jako metanu či dříve neexistujících freonů, jsou na lidské činnosti závislé znatelně. Jen za rok 2008 dosáhly **antropogenní emise** přibližně 8 GtCO<sub>2</sub>. Část z toho byla pohlcena, takže čistý přírůstek do atmosféry tvořil zhruba 3 Gt.

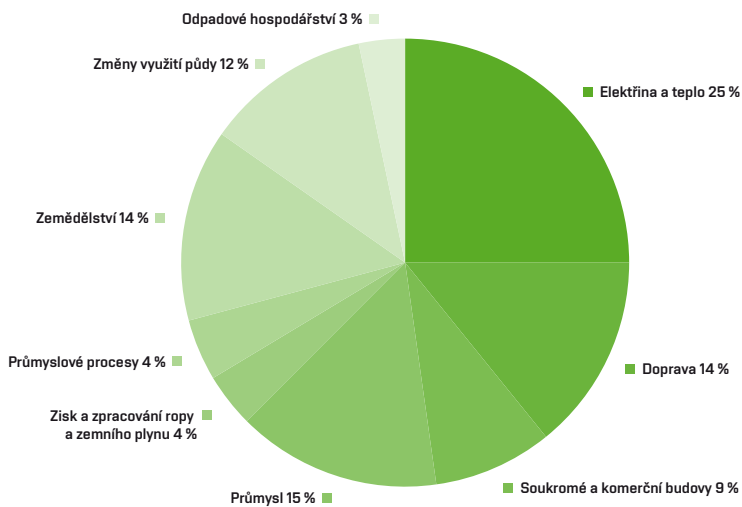
Lidskou činností, která nejvíce uvolňuje oxid uhličitý do atmosféry, je **spalování fosilních paliv**, tedy uhlí, ropy a zemního plynu. Uhlík, který byl pomalým procesem dlouhodobě ukládán pod zem, kde byl uschován miliony let, se najednou velmi rychle vrací do atmosféry. Na emisích ze spalování má největší podíl uhlí (přibližně 40 %), podobně je na tom také ropa. Zbýlých zhruba 20 % tvoří zemní plyn. Další nezanedbatelné emise vznikají v průmyslové výrobě (např. výroba cementu), odlesňováním a vypalováním půdy (uvolňování uloženého CO<sub>2</sub> z lesů a půdy).

## Světové emise CO<sub>2</sub> z fosilních paliv dle sektorů (2009)



Zdroj: World Resources Institute (2005)

## Světové emise skleníkových plynů dle sektorů (CO<sub>2</sub>eq) (2005)



Zdroj: Mezinárodní energetická agentura (2011)

**Spalování biomasy** se nezapočítává do antropogenních emisí, jelikož je součástí krátkého uhlíkového cyklu – rostliny uhlík odejmuly ze vzduchu během svého růstu a při spálení jej do něj zase vrací, čímž je celková uhlíková bilance nulová. Podobně můžeme uvažovat i o mnoha emisích vznikajících při **pěstování plodin** v zemědělství. Výjimku tvoří chov hospodářských zvířat, jehož zvyšující se počet na zemi vede ke zvyšování koncentrace metanu v atmosféře. Např. kravská zařívací ústrojí jsou totiž vysoce produktivními továrnami na výrobu tohoto plynu.

#### Případová studie: Metan

Metan je radiačně mnohem vlivnějším plynem než oxid uhličitý, a to přibližně 23x. Má nezanedbatelnou roli ve skleníkovém efektu. V atmosféře je ho však mnohem méně než  $\text{CO}_2$ . Jeho podíl na skleníkovém efektu je méně než 30 % podílu oxidu uhličitého. Jeho koncentrace v atmosféře se za poslední desetiletí rapidně zvýšila, především kvůli masivnímu rozvoji zemědělství, např. chovu dobytka, či pěstování rýže. Oproti oxidu uhličitému má z klimatického hlediska jednu nespornou výhodu: Jeho existence v atmosféře trvá pouze několik let a jeho koncentraci je tak mnohem snadnější ovlivňovat.

Jak již víme ze znalosti zpětných vazeb, koncentrace oxidu uhličitého ovlivňuje klima a naopak klima zase ovlivňuje koncentraci oxidu uhličitého. Podíl uhlíku v oceánech, půdě či rostlinách je závislý na teplotě a dalších podmínkách. Jejich proměna vyvolává náležitou reakci. Např. zvýšení teploty vzduchu může zvýšit koncentraci skleníkových plynů, což vyplývá ze schopnosti vody absorbovat plyny, která klesá s rostoucí teplotou. Růst průměrné globální teploty je tak zároveň příčinou i důsledkem rostoucí koncentrace skleníkových plynů.

Lidský vliv na klima také není omezen jen na zvýšenou produkci skleníkových plynů. Úbytek ozónové vrstvy, znečištění ovzduší, změny zemského povrchu, a tím vyvolané změny odrazivosti také ovlivňují celkovou radiační bilanci, a následně též základní předpoklad stability klimatu na Zemi.

#### Čím člověk ovlivňuje klima?

- Emisemi skleníkových plynů
- Produkci aerosolů (např. smogu)
- Změnami albeda (např. odlesňováním)
- Nárůstem zemědělství
- Regulací velkých vodních toků

### Případová studie: Jak se zjišťuje koncentrace skleníkových plynů?

Koncentrace  $\text{CO}_2$  se přímo měří jen o málo více než 50 let. Proto se dřívější hodnoty musejí získávat nepřímou, a to podobně jako se zjišťují dávné teploty. Možností je celá řada, od zkoumání usazenin na mořském dně až po led získaný vrty v hlubokých vrstvách v Grónsku či Antarktidě. Ty jsou považovány za dosud nejdůvěryhodnější metodu, ovšem čím starší vrstva je, tím je obtížnější odlišit, jak dlouhé časové období pokrývá a zda neobsahuje nezaznamenané výkyvy. Jsou proto hledány další možnosti, jak přesněji zjišťovat hladiny  $\text{CO}_2$  v atmosféře, hlavně v kratších časových intervalech. V posledních letech se jedná např. o analýzu prŕudchŕů zkamenělŕých rostlin.

### K zamyšlení: Co klimatičtí skeptici zpochybňují na antropogenních vlivech člověka na klima?

Oponenti tradičnŕího pojetí globálnŕího oteplování nezpochybňují roli skleníkových plynŕů a skleníkovŕého efektu, nesouhlasí však s hodnocením významu jeho důsledkŕů a s tím, že koncentrace  $\text{CO}_2$  vyšší než 280 ppm je způsobena především člověkem. Nepřímá měření koncentrací nemusejí obsahovat výkyvy v kratším čase a mohou tedy zakrýt kolísání koncentrací oxidu uhličitŕého a jeho vyšší hodnoty.

### K zamyšlení: Klima a mikroklima

Většinu času hovořime a budeme hovořit o změně klimatu na globálnŕí úrovni a jejich lokálnŕích dopadech. Je však důležité nezapomínat, že člověk ze všeho nejvíce svou činností ovlivňuje své bezprostřední okolí. Jedná se např. o mikroklima nejrůznějších oblastí, které se mění v závislosti na výstavbě měst (teplota ve velkých aglomeracích je až o několik stupňŕů vyšší než na přilehlém venkově), úpravám vodních ploch či znečištěním.

## 2. Klimatické modely

Jak můžeme změnu klimatu předvídat? Zatímco počasí se může předpovědět relativně snadno, u klimatu je to podstatně těžší. Z vlastní zkušenosti ale všichni víme, že ani předpověď počasí na tři dny dopředu nemusí být příliš přesná. U předpovědi změny klimatu na příštích dvacet nebo sto let to pak platí mnohonásobně.

**Klimatické scénáře** jsou založeny především na matematickém modelování. Počítačové sítě sdružují miliony bodŕů, které reprezentují konkrétní věci na Zemi, od oceánŕů až po atmosféru. Každá z těchto částí funguje jako

samostatná jednotka a má svůj vlastní průběh. Kromě toho jsou všechny tyto body spojeny a ovlivňují se navzájem. Vědci sledují, jak změna jednoho parametru, např. navýšení koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře, ovlivní ostatní. Z toho pak mohou odvozovat nejrůznější varianty vývoje.

Takové modely mají samozřejmě své problémy. Realita je příliš složitá a není tedy možné zahrnout do nich vše. Mnohé je třeba odhadovat, včetně vztahů a zpětných vazeb mezi jednotlivými prvky. Níže zmiňované scénáře IPCC např. nezahrnují, co se stane s mořským planktonem a vegetací, zda uvolní svůj oxid uhličitý do atmosféry, či skončí na dně oceánů apod.

Výsledky modelů je tedy vždy třeba brát s kritickým odstupem. Na jedné straně jsou sice vytvářeny nejmodernější technikou a špičkovými vědeckými kapacitami, na straně druhé ale může změna jednoho parametru, který zatím není zanesen, vyvolat značné následky co se závěrů týče. Přesnost modelů se ale neustále zvyšuje a za relevantní jsou považovány pouze takové výsledky, které nezávisle potvrdí velké množství různých modelů.

### 3. Scénáře podle IPCC

Změny klimatu měly vždy vliv na podobu zemského povrchu, ekosystémů, úroveň zalednění, zemědělství, a s tím také související způsob života člověka. S tempem zvyšováním teploty se dá předpokládat, že i změny na Zemi budou dramatičtějšího rázu. Jak konkrétně budou vypadat, to se dnes dá pouze odhadovat. Záleží to totiž na velkém množství proměnných.

IPCC upozorňuje, že hlavním hybatelem změny klimatu bude právě nárůst množství skleníkových plynů v atmosféře. Proto rozdělil svou předpověď vývoje klimatu do **4 hlavních scénářů** s několika podkategoriemi. Svět bude buď pokračovat v důrazu na ekonomický růst, nebo začne přikládat větší důležitost ochraně životního prostředí, klimatu a udržitelnému rozvoji. Zároveň bude buď pokračovat proces globalizace (tedy relativní ekonomické, informační či kulturní sblížování světa), nebo se svět rozpadne do jednotlivých regionů, mezi kterými bude docházet k ekonomické výměně jen minimálně. To vše má vliv na celkový objem nárůstu emisí, ale také na to, jak rychle budou přibývat.



Případová studie: Scénáře vývoje světa dle IPCC	
<p><b>A1</b> – Velký ekonomický a populační růst. Rychlý rozvoj vědy a techniky a jejich rozšiřování po celém světě. Nerovnosti mezi regiony se snižují, jejich ekonomická a životní úroveň se vyrovnává. Energetika je založena buď na fosilních palivech (A1FI), využívání nefosilních zdrojů (A1T) nebo rovnoměrného energetického mixu (A1B). Dle výběru scénáře bude v roce 2100 globální teplota vyšší o 1,4 až 6,4°C.</p>	<p><b>A2</b> – Svět je více rozdělen, státy fungují spíše v regionech, globální výměna zboží a informací není příliš velká. Ekonomický růst je pomalejší – a stejně tak technologické změny. V roce 2100 bude globální teplota vyšší o 2 až 5,4°C.</p>
<p><b>B1</b> – Svět je více integrován a zároveň šetrnější k životnímu prostředí. Ekonomika je více založena na službách a vysoce moderních technologiích, důraz je kladen na úspory a nízkou energetickou náročnost. Ekonomický růst pokračuje v udržitelném měřítku. Populační růst je rychlý. Státy kladou důraz na společné řešení globálních problémů. V roce 2100 bude globální teplota vyšší o 1,1 až 2,9°C.</p>	<p><b>B2</b> – Svět je rozdělen do regionů, ale je šetrný k životnímu prostředí. Populace roste pomaleji než v ostatních scénářích. Důraz je kladen na lokální řešení problémů, ne globální spolupráci. Ekonomický růst je na střední až nižší úrovni. Technologie se nepřenášejí snadno z jedné části světa do druhé a jejich vývoj je pomalejší než ve scénářích A1 a B1. V roce 2100 bude globální teplota vyšší o 1,4 až 3,8°C.</p>

Žádný ze scénářů neoperuje s možností, že by se celková koncentrace CO<sub>2</sub> na Zemi snižovala nebo zůstávala konstantní. Proč tomu tak je? Zde je dobré si připomenout, že plyn zůstává v atmosféře přibližně sto let, takže k takovému kroku může dojít přirozeně až v daleké budoucnosti. Tento předpoklad je proto opodstatněný, pokud zůstáváme v časovém horizontu nejbližších desetiletí.

**K zamyšlení: Ekologická a uhlíková stopa**

V tisku či odborné literatuře se můžeme často setkat s pojmem ekologická (příp. uhlíková) stopa. V obou případech se jedná o jednotky, které slouží pro ilustraci dopadu člověka, populace či určitého výrobku na životní prostředí. Mají za úkol ukázat, do jaké míry je současný životní styl dlouhodobě udržitelný. Ekologická stopa určuje, kolik globálních (tedy jakýchsi uměle zprůměrovaných) hektarů na Zemi potřebuje člověk pro svůj život. Zahrnuje v sobě vše od produkce potravin, přes dopravu až po odpad, který jedinec vyprodukuje. V roce 2010 byla celková ekologická stopa světové

populace 1,5 zeměkoule. Jinými slovy, lidstvo spotřebovává přírodní zdroje 1,5 krát rychleji, než se tyto stačí obnovovat.

Podmnožinou ekologické stopy je uhlíková stopa, která vyjadřuje množství CO<sub>2</sub> (a často také metanu) uvolněného do ovzduší lidskou činností. Stopu je možné spočítat pro jednotlivce, společenství lidí, či celý stát. Podobně je tomu i u výrobků. Udává se v kilogramech či tunách ekvivalentu oxidu uhličitého. Nástroje, které vám umožní si uhlíkovou stopu změřit, najdete v naší informační databázi.

#### 4. Důsledky změny klimatu

Podle většiny dosavadních vědeckých poznatků bude v následujících letech nadále docházet k oteplování. To bude mít nutně za následek změny v mnoha oblastech našeho života. Jejich rozsah se bude lišit podle toho, k jak velkému zvýšení průměrné teploty dojde, jak rychle oteplení proběhne a jak bude klima na změny reagovat.

Ačkoliv by ke změnám mělo docházet všude na Zemi, v některých oblastech očekáváme podstatně zásadnější průběh. Dopady na člověka závisí jen na samotné změně klimatu, ale také na mnoha socioekonomických faktorech spojených s tím, kde lidé žijí, jak bohatí nebo chudí jsou, čím se živí, jaké mají kulturní tradice atd. V současné době je na Zemi 7 miliard obyvatel, z nichž se většina živí zemědělstvím a je relativně chudá. 1,4 miliardy obyvatel dokonce žije pod hranicí chudoby (méně než 1,25 dolaru na den). Právě tato skupina je nejvíce ohrožena, jelikož ztráta obdělávatelné půdy, nemožnost přeorientovat se na jinou práci a absence finančních prostředků představují kombinaci, která může mít hrozné důsledky.

Scénáře IPCC se víceméně shodují na následujících dopadech, které by se měly lišit převážně v intenzitě.

##### Větší výskyt extrémních projevů počasí

Ačkoliv není možné dávat žádnou konkrétní událost za důsledek změny klimatu (není tak např. možné říci, že hurikán Katrina, který zpustošil město New Orleans ve Spojených státech, je jejím přímým důsledkem), nárůst počtu těchto událostí do souvislosti s globální změnou stavěn být může. Vyšší teplota znamená, že se v atmosféře kumuluje výrazně větší množství energie, a tedy bude docházet k častějšímu výskytu intenzivních srážek, extrémního sucha, horkých vln. Pravděpodobně se též zvýší frekvence hurikánů či silných monzunových dešťů.

V souvislosti s ničivými dopady počasí je však třeba mít na paměti nárůst obyvatel a rapidní rozvoj infrastruktury za posledních sto let. Hurikán o stejné síle může nyní na stejném místě způsobit podstatně větší škody než před mnoha desetiletími. Opět tak není možné automaticky dávat přímou souvislost mezi změnu klimatu a výši škody.

### Mořské proudění

Mořské proudění je pro mnoho lidí téměř neznámou součástí zemského systému. Jistě jsme již slyšeli např. o Golském proudu. Často ale zapomínáme, že podobných procesů probíhá v oceánech mnoho, na jaké bázi fungují a k čemu jsou dobré.

Princip mořských proudů spočívá v pohybech vodní masy způsobených teplotními rozdíly a nerovnoměrnou slaností. Teplejší voda je v oceánech většinou u hladiny, zatímco studenější se nachází ve větších hloubkách. Teplá voda proudí od rovníku do vyšších zeměpisných šířek, postupně se odpařuje, čímž dodává teplo do atmosféry a zároveň se ochlazuje. Sůl však zůstává, což zvyšuje slanost povrchové vody. Nižší teplota a vyšší slanost vedou ke zvýšení hustoty, díky níž začne voda v blízkosti pólů klesat do větších hloubek. Protiproud pak vede vodu zpět k rovníku.

Z toho vyplývá, že pokud dojde k výraznému narušení povrchových vrstev (ať už teploty nebo slanosti), může to změnit sílu mořských proudů i jejich směr. Pro Evropu toto může představovat problém v podobě oslabení Golského proudu, který zajišťuje její převážně mírné, pro člověka příznivější podnebí.

### Ledovce

Často diskutovaným důsledkem je tání ledovců, kdy se jedná především o západoantarktický ledovec a některé části grónského ledovce. Oba mají přímý kontakt s oceánem a jejich roztátí by mohlo vést ke zvýšení hladiny o několik metrů a oslabení Golského proudu. Roztátí však může trvat až stovky let. Naopak u antarktického mořského ledu se očekává mírný nárůst. Tání mořského ledu nebude mít vliv na oceánskou hladinu (dle logiky Archimédova zákona), ale ovlivní odrazivost záření.

Stranou nezůstávají ani horské ledovce. V posledních desetiletích dochází u většiny ke zmenšování plochy a tento trend bude velmi pravděpodobně pokračovat. Ohroženy jsou jihoamerické, himálajské i alpské ledovce. Některá alpská lyžařská střediska se již začínají zabývat otázkou, jak se vyrovnat

se ztrátou ideálních podmínek pro zimní sporty. Objem některých ledovců se sice může zvyšovat, budou však v menšině.

### Stoupající hladina oceánů

Za posledních sto let se hladina zvedla zhruba o 10 cm a mnohá důležitá světová střediska a hustě zalidněné oblasti jsou tak jen pár centimetrů nad hladinou moře. S ohříváním vody (teplejší voda má větší objem) a v důsledku tání ledovců se očekává další zvyšování hladiny.

Předpovědi týkající se hladiny oceánů jsou jedny z nejproblematičtějších. Může dojít k vzestupu o několik desítek centimetrů, ale i podstatně více. Rychlost nárůstu je také nejasná. Během následujících sto let se očekává zvýšení hladiny o přibližně 50 cm až dva metry. Zatímco nižší hranice by mohla být zvladatelná systémem hrází a investicemi do protipovodňových opatření pro mnohé aglomerace, horní hranice by mohla mít katastrofální důsledky. V rizikových oblastech nejsou jen západní velkoměsta jako New York či Amsterdam, ale hlavně stamiliony lidí v zemědělských oblastech Bangladéše, Číny, Indie, či Vietnamu.

### Zemský povrch

Na horách bude docházet k tání sněhové pokrývky a rozšiřování ledovcových jezer. Velké důsledky má rozmrzání věčně zamrzlé půdy (permafrostu), které povede k nestabilitě půdy a poškozování lidské infrastruktury – od silnic až po plynovody. Navíc permafrost obsahuje velké množství uloženého organického materiálu, při jehož hnití bude docházet k dalšímu uvolňování metanu, a tak může dojít k umocnění skleníkového efektu. Velmi však záleží na lokálních podmínkách, jelikož globální nárůst teplot samozřejmě nepovede k zvýšení teplot na všech místech.

### Ekosystémy

Je velmi pravděpodobné, že schopnost adaptace mnohých ekosystémů bude překročena, a tím dojde k jejich nenávratnému poškození až zániku. Mezi 20 až 30 % živočišných a rostlinných druhů bude ohroženo vyhynutím, pokud se průměrná teplota na zemi zvýší v rozmezí 1,5 až 2,5°C. Ekosystémy nebudou ohroženy jen nárůstem teploty, ale také změnou dalších atmosférických podmínek, např. vyššími či nižšími srážkami a s tím spojenými obdobími záplav či sucha.

Potenciálně největší problém představuje však zánik některých ekosystémů, který může přinést kolaps větších celků a vnést tak do systému dopadů další velkou neznámou. Předpokládá se, že podobně jako vyhynutí nějakého článku potravního řetězce vede k velkému ohrožení všech jeho dalších článků, bude existovat podobný efekt i na úrovni celých ekosystémů.

## 5. Řetězení vazeb

Jak již víme, v rámci klimatického systému nezůstává nic bez dalších reakcí. Vyšší teplota a menší množství srážek může vést k problémům se zásobováním potravinami, to zase k migraci, která následně může ohrozit ekonomickou, společenskou a politickou stabilitu v jiných částech světa. Černých scénářů je celá řada a není příliš obtížné si je představit. Tyto řetězce příčin jsou ovšem velice složité a jen těžko předvídatelné. Jejich autoři mají také často sklony ke katastrofickým variantám. Přestože bychom je neměli podceňovat, je třeba k nim přistupovat kriticky. Pro ilustraci si některé uvedme.

**Dostatek pitné vody** bude pro lidstvo jednou z největších výzev v následujících desetiletích. Rozšíření zemědělské činnosti a urbanizace vedly k velkému náporu na její zdroje, které v mnohých oblastech ubývají (Blízký východ, části Afriky a Dálného východu). Největším nebezpečím je, že tam, kde je již dnes vody nedostatek, jí bude ještě méně a naopak v místech, kde je jí dost, jí bude až příliš např. v podobě ničivých přívalových dešťů.

Velká část lidstva je závislá na **ledovcových veletocích**, které jsou napájeny horskými ledovci (např. Ganga). Pokud tyto ledovce roztají, veletoky sice nezaniknou, ale stanou se z nich podstatně menší řeky. Navíc se při intenzitě jejich využití může stát, že voda bude spotřebována dřív, než se dostane k moři. Se scénářem **válek o vodu** dnes pracuje mnoho odborníků z oboru mezinárodních vztahů i vládních představitelů.

Změna teploty povede v některých oblastech (zvláště vyšších nadmořských výškách) ke zvýšení **produkce obilovin**. V nižších polohách, kde se momentálně nachází většina tzv. obilnic světa, však povede ke snížení výnosu. Mírné zvýšení teplot však pravděpodobně povede v celosvětovém měřítku k nárůstu produkce. V případě vyššího zvýšení bude problémem opět voda, jejíž nedostatek produkci potravin ohrozí.

Vyšší teploty přejí nárůstu mnohých **chorob** a povedou např. k rozšíření **malarického pásma** v Africe a Evropě. Extrémní výkyvy teplot budou mít nepříznivý vliv především na zranitelnou část populace (starší lidi, kojence, kardiaky atd.), která je více náchylná ke zdravotním rizikům.

Na druhou stranu mohou být dopady v některých místech i pozitivní, např. v podobě otevření přístupu k novým přírodním zdrojům, které povedou k novým ekonomickým příležitostem a migrací do míst, která jsou v současné době nepřilíhš obývaná. Nutno však podotknout, že i mezi velkými optimisty je těch druhých případů podstatně méně než prvních.

#### **Případová studie: Dopady změny klimatu – Etiopie**

IPCC uvádí, že kolem roku 2020 bude 75 až 250 milionů obyvatel Afriky nově vystaveno nedostatku vody. Ve stejný čas se očekává pokles produkce obilovin. Jelikož je i v současné době často problémem zajistit dostatek potravin, může docházet k častějším hladomorům. Již nyní jsou problémy vidět na příkladu Etiopie a dalších zemí Afrického rohu.

Etiopie je zemí s jedním z největších přírodních bohatství v Africe a s velkou rozmanitostí klimatu. V jednom státě se nachází jak jedny z nejsušších a nejteplejších míst na světě, tak věčně zelené, deštivé vysočiny. Hrubý domácí produkt země je z přibližně 50 % závislý na zemědělství, ve kterém je zaměstnáno 80 % obyvatelstva. Zároveň je ovšem pouze 15 % z celkového teritoria země obděláváno.

Od roku 2000 se Etiopie potýká s úbytkem srážek, které přicházejí v intenzivnějších, ale kratších obdobích a způsobují tak záplavy následované delšími obdobími sucha. Ničivě povodně v roce 2006 připravily o život přibližně 250 lidí a další statisíce přišly o střechu nad hlavou a zemědělskou půdu. Komáři přenášející malárii se začínají objevovat i ve vyšších nadmořských výškách, kterým se zatím vyhýbali. Kromě hlady tak populaci hrozí i další zdravotní komplikace.

Etiopská vláda i mezinárodní neziskové organizace počítají s tím, že se bude v budoucnu situace nadále zhoršovat. K adaptaci zemědělství jsou však potřebné nemalé finanční zdroje investované nejen na místě ale také do výzkumu a šlechtění nových plodin. Pravděpodobně bude muset dojít ke změně tradičního způsobu života, což se nestane přes noc, ale může to trvat i desítky let. Právě délka této transformace může představovat největší problém, jelikož může být mnohem pomalejší než probíhající změny.

##### **Zdroje:**

Red Cross/Red Crescent Climate Center. Climate Guide (2008)  
Oxfam. Climate Change Increasing Poverty and Vulnerability in Ethiopia (2010)

#### **Případová studie: Arktida – nová ekonomická příležitost nebo hrozba?**

Globální oteplování vede k úbytku ledu v oblasti Arktidy. V příštích letech se tak může stát, že se splní sen mnohých námořníků a „severní cesta“ se stane trvale průchodnou pro lodní dopravu. To by v některých případech vedlo ke snížení nákladů mezinárodního obchodu. V oblasti kolem severního pólu jsou také potenciálně velká naleziště ropy a zemního plynu, která by svým majitelům mohla přinést slušné zisky. ►►

► To má ale samozřejmě své negativní stránky. Přístup k dalším zásobám fosilních paliv emisím skleníkových plynů jen stěží prospěje. Dále nastává otázka, komu budou naleziště patřit. Už se o ně stačilo přihlásit Rusko, Spojené státy, Kanada, Dánsko či Norsko. Samozřejmě se předpokládá řešení konfliktu diplomatickou cestou, ale nikdy nelze vyloučit i možnost ozbrojeného střetu. Americká Národní akademie společenských věd tak neváhala táni arktických ledovců označit za jednu z potenciálních velkých hrozeb americkému námořnictvu.

Zdroj: Scientific American. Climate Change Poses Artic Challenge for U.S. Navy (2011)

## OTÁZKY

1. Proč se klima mění a jaké faktory jeho změnu způsobují?
2. Co je skleníkový efekt? Jaká je souvislost mezi ním a změnou klimatu?
3. Co je principem zpětných vazeb a proč jsou jen problematicky předvídatelné?
4. Vyjmenujte některé z hlavních možných dopadů změny klimatu na přírodu a člověka. Vysvětlete, jak na sobě různé dopady závisí.
5. Proč představuje změna klimatu problém hlavně pro nejhudší oblasti světa? Na základě případové studie o Etiopii vymyslete další podobné příklady.

## DOPLŇUJÍCÍ A ROZŠÍŘUJÍCÍ MATERIÁLY

a) v českém jazyce

Allison, I. a kol. (2010). Kodaňská diagnóza: zpráva světu o nových poznatcích klimatologie. Brno: ZO ČSOP Veronica. Online: [http://www.veronica.cz/dokumenty/kodanska\\_diagnoza.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/kodanska_diagnoza.pdf)

*Český překlad dokumentu doplňujícího poznatky Čtvrté hodnotící zprávy IPCC. Obsahuje především zajímavý popis možných dopadů změny klimatu.*

IPCC (2007). Čtvrtá hodnotící zpráva. Online: [http://www.mzp.cz/cz/vedecke\\_poznatky](http://www.mzp.cz/cz/vedecke_poznatky)

**Český překlad shrnutí čtvrté hodnotící zprávy IPCC. Odkaz obsahuje jak celkové shrnutí, tak shrnutí poznatků jednotlivých pracovních skupin.**

Moldan, B. (2008). Podmaněná planeta. Praha: Karolinum.

**Široký úvod do problematiky udržitelného rozvoje a proměn životního prostředí ve 20. a 21. století.**

Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně. Globální klimatický rozvrat. Online: <http://amper.ped.muni.cz/gw/>

**Rozcestník na česká vysvětlení různých pojmů týkajících se změny klimatu a nejčastějších vědeckých otázek.**

SkepticalScience.com. Online: <http://www.skepticalscience.com/translation.php?lang=1>

**Server poskytující i v české jazykové mutaci odpovědi na základní otázky vědeckého základu změny klimatu.**

b) v anglickém jazyce

Oliver, C., Frigieri G. a D. Clark. (2011). Everything you need to know about climate change – interactive. *The Guardian*. Online: <http://www.guardian.co.uk/environment/interactive/2011/aug/15/everything-know-climate-change>

**Interaktivní internetová stránka vysvětlující všechny základní aspekty změny klimatu a jejich důsledků.**

The Royal Society (2010). Climate Change: A Summary of the Science.

Online: <http://royalsociety.org/policy/publications/2010/climate-change-summary-science/>

**Shrnutí posledních vědeckých objevů v oblasti klimatologie a vysvětlení nejdůležitějších pojmů.**

World Wild Fund. Climate Curriculum for Teachers. Online: <http://www.worldwildlife.org/climate/curriculum/item5944.html>

**Komplexní vzdělávací program jedné z předních environmentálních neziskových organizací. Kromě zajímavých textů obsahuje např. i vzorové testy.**



## Aktivity

### 1. Vědecký kvíz

**Příprava:** 1 týden předem

**Vlastní aktivita:** 10 min. soutěž

**Počet studentů:** 2 nebo 4 týmy

Učitel rozdělí studenty do 2 nebo 4 týmů, které dostanou za úkol připravit si osm až deset jednoduchých otázek z oblasti klimatologie, na které se dá odpovědět ANO/NE a 3 otázky, na které je třeba odpovědět delším způsobem. Jednoduché otázky jsou za bod, složitější za dva. Týmy spolu vzájemně soutěží. V případě 2 týmů navrhujeme soubor na dvě kola a celkové skóre, v případě 4 pak dvoukolový výrazovací systém, kdy se ve finále a souboji o třetí místo používají složitější otázky. Studenti se v odpovědích střídají. Učitel působí jako rozhodčí.

### 2. Spočítejte si vlastní uhlíkovou stopu

**Příprava:** 1 týden předem

**Vlastní aktivita:** 5-10 min.

**Počet studentů:** celá třída

Za využití některého z dostupných internetových kalkulátorů (např. <http://kalkulacka.zmenaklimatu.cz> či [www.uhlikovastopa.cz](http://www.uhlikovastopa.cz)) si studenti spočítají uhlíkovou stopu své rodiny. Poté sestaví žebříček a krátce podiskutují o tom, proč je něčí stopa vysoká nebo naopak nízká. V rámci diskuze identifikují klíčové možnosti jejího snížení. Mohou také rozvést debatu o uhlíkové stopě v různých částech světa.

### 3. Klimatické asociace

**Příprava:** není třeba

**Vlastní aktivita:** 5-10 min.

**Počet studentů:** celá třída

Studenti již znají velké množství možností, jak jednotlivé složky klimatu ovlivňují jiné (např. že úbytek lesů povede k větším koncentracím oxidu uhličitého v atmosféře). První student řekne složku klimatického systému. Ta bude zapsána na tabuli. Druhý student musí říct další složku, která s první souvisí, a jaký to má vliv na klima. Další studenti pokračují podle stejného vzoru. Je možné jmenovat jednu složku víc-krát, pokaždé však musí být v jiné souvislosti. Hra končí, pokud jsou u nějaké složky všechny možnosti vyčerpány. Příklad – v asociaci s táním věčně zamrzlé půdy může být postupně zmíněno uvolňování dalších skleníkových plynů, změna odrazivosti povrchu pro sluneční záření, či poškození dopravní infrastruktury. Pokud studenti již nic dalšího nevymyslí, hra končí. ►►

## » Aktivita

### 4. Jak se změní oblíbené turistické destinace?

Příprava: 1 týden předem

Vlastní aktivita: 10-15 min. prezentace, 5min. diskuze

Počet studentů: 3-5 studentů

Vybraní studenti napíší krátký referát o tom, jaký může mít změna klimatu dopad na oblíbené turistické destinace (alpské sjezdovky, Kanárské ostrovy či exotické země). V následné diskusi se studenti pokusí vymyslet, co by destinace mohly udělat, aby se na dopady připravily a nepřišly o přísun návštěvníků.

## II. Změna klimatu a politika

Kapitola představí změnu klimatu jako politický problém. Prozkoumáme, proč se o ní vedou mezinárodní jednání na nejvyšší úrovni, jak tato jednání probíhají, jaká jsou jejich úskalí, co je cílem a jaké jsou výsledky. Čtenář se seznámí s problémy spojenými s produkcí emisí skleníkových plynů, jak je možné je omezit a jaké jsou výhledy do budoucna.

### II. I. MEZINÁRODNÍ SYSTÉM JEDNÁNÍ

Klimatologie slouží k získávání poznatků o klimatu a snaží se předvídat jeho budoucí vývoj. Tím ale její role končí. Jakékoliv rozhodnutí, jak se s proměnou klimatu vyrovnávat, je otázkou volby – a tedy otázkou politikou. Stejně jako se jednotlivec může ptát, co je ochoten udělat pro snížení emisí skleníkových plynů, musí si tuto otázku klást i státy, respektive jejich představitelé.

Jak se změna klimatu projeví? Do jaké míry je třeba omezit emise skleníkových plynů, kdo a kdy to udělá? Co jsme za to ochotni zaplatit? Čí vlastně ty emise jsou? Pokud omezíme emise my a nikdo jiný, bude to mít smysl? To jsou jen některé z mnoha otázek, na které státy narážejí. Jak uvidíme, ne všechny odpovědi jsou tak snadné a jednoznačné, jak se může na první pohled zdát.

#### 1. Jak se změna klimatu dostala do mezinárodní politiky?

Klimatem a jeho změnami se začali vědci zabývat již na přelomu 19. a 20. století. Švédský fyzik a chemik **Svante Arrhenius** zkoumal závislost teploty vzduchu na zvyšující se koncentraci  $\text{CO}_2$  a roli vodní páry v procesu oteplování. Dle svých propočtů předvídal, že zdvojnásobení koncentrace oxidu uhličitého v atmosféře by vedlo ke zvýšení průměrně povrchové teploty o  $5,7^\circ\text{C}$ , přičemž později odhad mírně snížil. Spotřeba fosilních paliv byla v té době relativně malá (od konce 19. století se zvýšila více jak patnáctkrát), Arrhenius proto nepředpokládal, že by člověk mohl klima nějak výrazněji ovlivnit.

Rozvoj vědy a techniky ve 20. století umožnil podrobnější výzkum **klimatu a uhlíkového cyklu**. Spuštění prvního **meteorologického satelitu** v roce 1960 zahájilo novou éru měření atmosférických jevů. Intenzivní výzkum atmosféry vedl k zájmu veřejnosti a politiků. V roce 1972 se ve švédském Stockholmu uskutečnila vůbec první konference **Organizace spo-**

jených národů (OSN) zaměřená na environmentální otázky. Ačkoliv hlavním tématem bylo znečištění ovzduší a vodních zdrojů, došlo i ke zmínění otázky změny klimatu. Od sedmdesátých let se stále větší množství vědců, především ve Spojených státech, začalo touto problematikou zabývat a upozorňovat na možné oteplení planety.

Ve **Valném shromáždění**, které je největším a spolu s Radou bezpečnosti také nejvýznamnějším orgánem OSN, se začaly v osmdesátých letech častěji objevovat environmentální otázky, např. zvyšující se hladina moří či častější sucha v některých oblastech. Za jednu z možných příčin těchto problémů začala být považována **člověkem ovlivňovaná změna klimatu**. V roce 1988 se díky malé úrodě a dlouhým obdobím sucha rozproudila poprvé debata v médiích a mezi širokou veřejností ve Spojených státech, kde byla do té doby vyhrazena pouze vědcům. Ve stejném roce byl v rámci OSN zřízen **Mezivládní panel pro změnu klimatu**.

Mnozí politici, jako např. britská premiérka Margaret Thatcherová nebo americký ministr zahraničí James Baker, začali vyjadřovat znepokojení a vyzývat vědce k intenzivnímu výzkumu možných dopadů člověka na klima. Ačkoliv zde hrály roli i vnitropolitické otázky, zájem státníků vedl ke snadnějšímu zařazení změny klimatu na politickou agendu. Pomyslným vrcholem se stal tzv. **Summit Země** konaný v roce 1992 v Rio de Janeiro, kde byla podepsána **Rámcová úmluva OSN o změně klimatu**. Od roku 1995 se minimálně jednou ročně koná konference jejích smluvních stran. Zatím poslední, sedmnáctá, proběhla v roce 2011 v jihoafrickém **Durbanu**.

#### Případová studie: Rámcová úmluva OSN o změně klimatu (UNFCCC)

Je základní mezinárodní smlouvou upravující režim pro jednání a také první dohodou OSN o ochraně klimatu. Vstoupila v platnost v roce 1994 a do roku 2011 ji podepsalo 194 zemí. Jejím cílem je stabilizovat koncentrace skleníkových plynů v atmosféře na takové úrovni, která zabrání nebezpečnému narušení klimatického systému. Toho má být dosaženo v takovém čase, aby se ekosystémy měly možnost přirozeně adaptovat, nedošlo k ohrožení světové produkce potravin a růst světové ekonomiky pokračoval v udržitelném měřítku.

Smlouva neobsahuje závazné limity emisí pro jednotlivé země, ani vynucovací mechanismy. Ty jsou určeny až v později přijímaných protokolech, z nichž je dobře známý zejména Kjótský protokol. Úmluva však zmiňuje několik principů, které provázejí klimatická jednání v podstatě dodnes. Jedná se například o výzvu rozvinutým zemím, aby na sebe vzaly hlavní břímě snižování emisí, nebo zdůraznění, že všichni mají společný cíl, tedy stabilní klima, ale rozdílnou odpovědnost za jeho dosažení. Důležitý je také závazek států monitorovat antropogenní emise skleníkových plynů.

## 2. Jednání o změně klimatu

Hlavní vyjednávání na globální úrovni se konají v rámci OSN na konferencích smluvních stran **Rámcové úmluvy o změně klimatu**. Účastní se jich zástupci jednotlivých členských zemí OSN až do úrovně hlav států. Na těchto konferencích se debatuje především o člověkem způsobených emisích skleníkových plynů a způsobech, jak se s nimi vyrovnat. Neméně důležité jsou diskuze o možných dopadech na jednotlivé státy a regiony, či o ekonomických otázkách.

Na třetím setkání smluvních stran v japonském Kjótu byl v roce 1997 přijat zatím jediný dokument, který stanovuje závazné cíle pro snižování emisí – tzv. **Kjótský protokol**. Ten měl být prvním krokem k dalším, ambicióznějším závazkům, ke kterým však doposud nedošlo.

## 3. Přístupy ke změně klimatu

V zásadě existují tři možnosti, co mohou státy dělat. V mezinárodních jednáních jde nejčastěji o tzv. **mitigační opatření**, tedy o opatření na straně emisí. V praxi se jedná o snížení emisí skleníkových plynů či navýšení jejich pohlcování. Druhou možností je **adaptovat** se a minimalizovat škodlivé dopady (a případně využít pozitiva). Oba dva přístupy probíhají současně – jelikož ke změně dochází, je potřeba investovat do adaptace (např. obrana proti povodním, výzkum nových zemědělských plodin atd.). Protože se rozsah změny může lišit, je třeba zároveň reálně zvažovat možnost mitigace (např. přechodem na obnovitelné zdroje energie, snižováním energetické náročnosti výroby atd.).

Poslední variantou je nedělat nic a doufat, že se klima ustálí na pro člověka přijatelné úrovni i přes vzrůstající emise skleníkových plynů, případně že nějaký průlomový technologický objev zajistí možnost řešit situaci až v budoucnu. Různé státy zastávají odlišné pozice a preferují rozdílné využití těchto tří možných přístupů.

## 4. Kjótský protokol

Kjótský protokol byl přijat na třetím jednání smluvních stran UNFCCC v prosinci roku 1997. Poprvé **stanovil závazné limity snižování emisí** skleníkových plynů. Rozděлил státy do **dvou skupin**: na ty které mají povinnost emise snižovat (rozvinuté ekonomiky) a ty, které tuto povinnost nemají, ale v rámci svých ekonomických možností by se o to též měly snažit (rozvojové země).

Každý rozvinutý stát, který ke smlouvě přistoupil, dostal **závazný cíl** dosáhnout v období 2008 až 2012 určité úrovně emisí vůči výchozímu roku 1990 (jedná se o celkový objem emisí skleníkových plynů přepočítaných na ekvivalent CO<sub>2</sub>). Tato úroveň se pohybovala mezi -8 % až +10 %. Celkem mělo být dosaženo 5,2 % snížení u vyspělých států. Např. Evropská unie se zavázala k 8 % snížení, Kanada k 6 % atd. Naopak třeba Norsko mohlo o 1 % emise navýšit. Tyto výpočty zohledňovaly např. význam spalování fosilních paliv v hospodářství jednotlivých zemí, finanční náklady na snižování emisí a politickou ochotu ke kompromisu.

Zajímavé je, jaké emise se vlastně dle protokolu započítávají. Jedná se teoreticky o všechny skleníkové plyny, které se vyprodukují na **území jednoho státu**, tedy především z **energetiky, průmyslové výroby, dopravy a zemědělství**. Nejsou naopak obsaženy ty z letecké dopravy a přepravy zboží. Kromě toho jsou celkové **emise snižovány např. vysazováním lesů**, které oxid uhličitý ukládají.

Jelikož podmínkou platnosti bylo, že jej podepíše a ratifikuje 55 států a zároveň vyspělé země, které produkují nejméně 55 % skleníkových plynů, protokol **vstoupil v platnost až v roce 2005** po přistoupení Ruska. Do září roku 2011 jej celkem podepsalo a ratifikovalo 191 zemí. **Spojené státy** jej sice podepsaly v době vzniku, pro odpor Kongresu jej však nikdy neratifikovaly. V roce 2011 od něj odstoupila Kanada, která do té doby patřila k největším přívržencům.

Kontroverzní součástí smlouvy je volnost v tom, jak a kde státy svého snížení dosáhnou – nemusí přímo snižovat své emise např. ze spalování fosilních paliv, ale mohou místo toho vytvářet kapacity pro zachytávání CO<sub>2</sub> třeba vysazováním lesů. Navíc k tomu nemusí docházet ani jejich teritoriu.

Existují tři základní tzv. **flexibilní mechanismy – obchodování s emisními povolenkami, mechanismus čistého rozvoje a společně realizované projekty**. Jejich hlavní myšlenkou je, že je levnější a efektivnější snižovat emise tam, kde to jde snadno (např. modernizovat elektrárny v rozvojových zemích), než investovat podstatně větší sumy peněz do již modernizovaných projektů (např. zvyšovat energetické úspory u vyspělých průmyslových komplexů v Německu). Kontroverze spočívají především v tom, že nebylo a stále není jisté, že tyto ekonomické nástroje povedou k celkovému snížení emisí a ne jen vytvoření perspektivního obchodního odvětví.

Kjótský protokol stanovil cíle do roku 2012, jeho roli je tedy již možné částečně zhodnotit. Ačkoliv některé státy své emise skutečně snížily a cíle splnily (např. Velká Británie, u EU jako celku se tomu tak může ke konci roku 2012 stát), jiné své emise dramaticky navýšily (Austrálie). Největ-

ším problémem protokolu však je, že i kdyby všichni signatáři své závazné cíle splnili, v kontextu celkových světových emisí se jedná pouze o kapku v moři. K roku 1990 tvořily státy uvedené jako rozvinuté 33 % světových emisí CO<sub>2</sub>, v roce 2012 je to ale jen 15 % (nezapomínejme, že Spojené státy Kjótský protokol neratifikovaly). Pokles podílu je způsoben především raketovým růstem emisí skleníkových plynů rozvojových zemí, tedy především Číny, Indie, Brazílie atd.

Kjótský protokol také započítává emise státům v místě jejich vzniku. To znamená, že postaví-li např. německá společnost v Číně továrnu, jejíž výrobky se budou pak vozit zpátky do Německa, emise připadnou Číně. Princip, kdy platí producent a nikoliv spotřebitel emisí, je dlouhodobě kritizován ze strany rozvojových zemí.

#### Případová studie: Flexibilní mechanismy

**Obchodování s emisními povolenkami** – V rámci protokolu má každý stát emisní strop, který může dosáhnout. Pokud jej však nedosáhne, může rozdíl odprodat jinému státu. Skleníkové plyny se tak stávají obchodovatelnou komoditou. Nejznámějším příkladem tohoto mechanismu je systém emisních povolenek v Evropské unii.

**Mechanismus čistého rozvoje (Clean Development Mechanism – CDM)** – Rozvinuté státy mohou část svého snižování emisí přesunout do rozvojových zemí. Jedná se např. o modernizaci elektráren, zvyšování energetické účinnosti výroby atd. Podmínkou uznání projektu je, že by bez zásahu rozvinutého státu neproběhl. Nemělo by se tak jednat o čistě ekonomickou investici. Toto pravidlo je však často velmi obtížně vymahatelné. Největším příjemcem CDM je Čína.

**Společně realizované projekty** – Státy, které mají závazek snižovat své emise, mohou investovat do projektů v jiných rozvinutých státech. Může se jednat např. o nahrazení uhelných elektráren obnovitelnými zdroji energie. Většina projektů se uskutečnila v zemích střední a východní Evropy, které mají povinnost snižovat své emise, ale zároveň často postrádaly moderní technologie a know-how.

## 5. Jednání od Kjótského protokolu

Kjótský protokol byl začátkem intenzivních snah o snižování emisí skleníkových plynů. Do roku 2011 však nebyl přijat žádný další dokument, který by signatáře zavazoval ke konkrétním cílům. Průlom se očekával v roce 2009 na jednání v **Kodani**, na které se sjely hlavy států z celého světa a jehož mediální pokrytí bylo bezprecedentní. Hlavním cílem bylo uzavření nové smlouvy, která by na Kjóto navázala po roce 2012. K té však nedošlo a jednání málem skončila fiaskem, kdy hrozilo, že nebude přijato ani závěrečné komuniké, které je tradičně formálním zakončením podobných summitů. Nakonec bylo pouze vzato na vědomí. Kodaň naplno ukázala rozdílné politické linie rozvinutých a rozvojových zemí. Došlo sice k některým dílčím krokům, např. navýšení finančního fondu na adaptaci pro rozvojové země, celkově však byla konference považována za velký neúspěch.

Poslední konference smluvních stran se uskutečnila v prosinci 2011 v jihoafrickém **Durbanu**. Ani zde však k průlomu v jednáních nedošlo. Kanada naopak od Kjótského protokolu odstoupila. Státy se sice dohodly, že nová mezinárodní smlouva bude sjednána v roce 2015, jde však spíše o deklaraci, která se může a nemusí naplnit.

### Případová studie: Problémy jednání

#### Střet rozvojových a vyspělých států

Podíl rozvojových zemí na světových emisích raketově stoupá, zatím však nejsou zavázány k jejich snižování. Argumentují tím, že je nespravedlivé, aby brzdily svůj ekonomický růst, protože za globální nárůst koncentrací skleníkových plynů za posledních 200 let mohou především vyspělé ekonomiky. Ty s tímto tvrzením do jisté míry souhlasí. Odmítají však nést celou tíhu nákladů, jelikož se obávají ztráty konkurenceschopnosti. Také upozorňují na malou účinnost dohody, pokud se na ní nebudou podílet všechny země.

#### Komu patří emise?

Tradičně se emise započítávají státu, na jehož území vznikly. Vyspělé ekonomiky dosáhly částečně snížení svých emisí tím, že přesunuly energeticky náročné ►►



	<p>► podniky do rozvojových zemí. Těm díky tomu emise naopak stoupají, Zároveň však díky rozvoji výroby získávají ekonomické výhody z mezinárodního obchodu. Diskutuje se o možnosti, kdy by za emise byl zodpovědný konzument výrobků a nikoliv jejich producent. Především rozvinuté státy s tím však nesouhlasí.</p>
<p><b>Ekonomické zájmy</b></p>	<p>Ačkoliv se liší názory na to, kolik přechod na uhlíkové méně náročnou ekonomiku stojí, náklady na investice mohou být vysoké. Především vyspělé státy se bojí, že by mohly vyššími cenami svých výrobků ztratit konkurenceschopnost oproti zemím, které by se nízkouhlíkovými standardy řídit nemusely.</p>
<p><b>Nejistota a přílišná komplikovanost problematiky</b></p>	<p>Jelikož dochází neustále ke zpřesňování vědeckých poznatků, většina států nemá zatím pocit, že je potřeba jednat. Dodnes je velmi problematické získávat přesné hodnoty vypuštěných, absorbovaných či ušetřených skleníkových plynů. Neméně problematické jsou předpovědi budoucích scénářů a vyčíslení jejich škodlivých dopadů. Případná řešení požadují rozsáhlou restrukturalizaci ekonomiky a eventuálně i změnu způsobu života obyvatel.</p>

## 6. Pozice států v jednáních

V mezinárodních jednáních se státy řídí především svými **národními zájmy**. Přemýšlejí, jak během vyjednávání dosáhnout pro ně co nejvýhodnější pozice. Abstraktní zájem světového společenství sice může v jejich rozhodování hrát roli, nikdy se ale nejedná o roli hlavní, tu mnohem častěji hrají **ekonomické zájmy**.

Dalším problémem jednotlivých států je to, že se sice mohou na mezinárodní půdě zavázat např. ke snížení emisí, avšak zavedení konkrétních politických opatření doma je už potom složitější, jelikož stát jako takový příliš emisí neprodukuje – ty produkuje spíše **jednotlivci a firmy**. Chování

na mezinárodní půdě a realita v domácí politice mohou být pak dvě naprosto odlišné věci.

### Spojené státy americké

Spojené státy jsou **druhým největším producentem CO<sub>2</sub>** na světě a jsou na předních příčkách i v přepočtu emisí na osobu. Ačkoliv stály u zrodu Kjótského protokolu, pro velký odpor Kongresu jej nikdy neratifikovaly. Zaměřují se především na zvyšování energetické účinnosti a rozvoj obnovitelných zdrojů energie, především však z geopolitických důvodů (snížení závislosti na dovozu ropy z nestabilního Blízkého východu). O závazném snížení emisí by byly ochotny uvažovat pouze v případě, že by se k němu připojily i rozvojové země. V Kongresu sice proběhlo několik pokusů o prosazení závazné národní politiky, žádný z nich však neuspěl. Odlišná je situace v jednotlivých státech, např. v Kalifornii, kde mitigační iniciativy vznikají a jsou uplatňovány.

### Čína

Čína je **největším producentem oxidu uhličitého** a zároveň se stále častěji snaží reprezentovat zájmy ostatních rozvojových zemí. Její emise strmě stoupají, Čína však zatím odmítá jakákoliv závazná omezení. Argumentuje tím, že její emise na hlavu jsou stále poměrně nízké, limity by ohrozily ekonomický růst a že velké množství jejích emisí vzniká ve skutečnosti kvůli vyspělým zemím. Ty jsou totiž hlavními dovozci jejích výrobků. Zároveň se však vláda snaží snižovat energetickou náročnost výroby (do roku 2020 o 40 až 45 % oproti roku 2005) a investuje masivně do obnovitelných zdrojů energie. Protože je však stále závislá z více jak 70 % na uhlí, a toto číslo se sníží v dohledné době jen velmi těžko, nepředpokládá se v její politice velká změna.

### Evropská unie

Evropská unie má pravděpodobně **nejambicióznější klimatickou politiku** ze všech globálních aktérů. Je vedená především Velkou Británií a Německem, které rozsáhle investují do rozvoje obnovitelných zdrojů energie a snižování energetické účinnosti. V současné době je cílem Unie v roce 2020 snížit emise o 20 % vzhledem ke stavu z roku 1990. Unie má nejlepší možnosti investovat do nízkouhlíkové ekonomiky, a tím pádem v případě globální závazné dohody dosáhnout komparativní výhody. Zároveň tak získává

politické body jako zodpovědný hráč. Je největší oblastí, kde funguje obchod s emisními povolenkami, který pokrývá přibližně 40 % celkových emisí především velkých a energeticky náročných podniků.

EU slouží ve velké míře jako pokusná laboratoř, kterou ostatní státy sledují, a čekají, jaké výsledky bude evropská politika mít. Ačkoliv se snaží jít příkladem, rozvojové státy považují její snahy stále za nedostatečné a v mezinárodních jednáních nemá EU zdaleka tak silnou pozici, jak by se mohlo na první pohled zdát.

### Rozvojové země

Shrnout všechny rozvojové země do jedné skupiny je velmi zjednodušené, avšak z větší části mají tyto státy společné zájmy. Mnohé z nich patří k potenciálně nejhroženějším (státy ve střední Africe, ostrovní státy v Tichomoří). Na druhé straně však rychle rostoucí ekonomiky jako Brazílie, Indonésie, či Indie patří k čím dál důležitějším producentům emisí, bez jejichž účasti na závazné smlouvě nebude celosvětová mitigace možná. Do současnosti se dala politika rozvojových zemí shrnout jako důraz na **adaptační opatření, odmítání závazného stropu emisí a přesvědčení, že hlavní ekonomické břímě mají nést rozvinuté státy**, které mají zároveň poskytnout maximální možnou finanční a technologickou pomoc rozvojovým zemím.

Zvláštní skupinu v rámci rozvojových zemí tvoří tzv. **Aliance malých ostrovních států**, která má 42 členů a patří sem např. Maledivy, Haiti či Fidži. Tyto státy mají často velmi podobné problémy – od limitovaných přírodních zdrojů a ekonomické závislosti na mezinárodním obchodě, až po ohrožení změnami životního prostředí. Jelikož patří k potenciálně nejvíce zranitelným (leží v nízké nadmořské výšce často v tropickém pásu, kde jsou změny nejmárgantnější – v případě Malediv hrozí dokonce úplné zaplavení), jsou největšími zastánci radikálního omezení emisí skleníkových plynů. Zároveň jsou často ochotné se na této redukci samy podílet. Ačkoliv jsou tyto země ekonomicky často slabé, jejich vyjednávací pozice v OSN je relativně silná, protože dohromady tvoří přibližně 20 % hlasů ve Valném shromáždění OSN.

### Státy vyvážející ropu

Další charakteristickou skupinu tvoří státy vyvážející ropu, např. sdružené v mezinárodní organizaci **OPEC**. Jejich bohatství je ve velké míře závislé právě na vývozu fosilních paliv a mezinárodní iniciativy vedoucí ke snaze snížit emise skleníkových plynů by se jich logicky citelně dotkly. Státy jsou

tak v nelehké situaci, protože nechtějí vypadat nezodpovědně, avšak omezení používání ropy rozhodně není v jejich ekonomickém zájmu. Toto dilema řeší podporou rozvoje nových technologií např. dále zmiňované CCS. Stojí také pevně na straně rozvojových zemí v otázce, kdo má za klimatickou změnu platit.

## II. EMISE A JEJICH SNIŽOVÁNÍ

### 1. Hlavní předmět jednání – emise jednotlivých států

Ačkoliv jsou i jiné aspekty důležité, mezinárodní jednání se stále točí v první řadě kolem emisí. Následující tabulky poskytují zajímavé statistiky, které pomohou pochopit, proč se vedou spory.

Nejčastěji sledovanými jsou v emise oxidu uhličitého, a to především ze spalování fosilních paliv a výroby cementu. Neobsahují tedy údaje ze zemědělství, ani hodnoty, které mohou být zpět z ovzduší odebrány např. lesy. Deset největších producentů CO<sub>2</sub> (v absolutních číslech) vyprodukuje skoro 70 % celkové produkce, z toho USA a Čína dohromady téměř polovinu světových emisí.

Producenti emisí CO <sub>2</sub> v roce 2009			
Pořadí	Stát či region	Celkové emise CO <sub>2</sub> (miliony tun)	Procento světové produkce
1.	Čína	7 711	25,4
2.	USA	6 411	21,0
(3.)	Evropská unie	3 899	12,8
3.	Indie	1 602	5,3
4.	Rusko	1 572	5,2
5.	Japonsko	1 098	3,6
6.	Německo	766	2,5
7.	Kanada	541	1,8
8.	Jižní Korea	528	1,7
9.	Irán	527	1,7
10.	Velká Británie	520	1,7
	Svět celkem	30 399	100,0

Zdroj: Mezinárodní agentura pro energii (dále jen IEA) (2011)

Naprosto odlišná situace však nastává v případě přepočítání emisí na obyvatele. Čína a Indie, které jsou v předchozí tabulce v čele, se hluboko propadají, stejně jako mnohé další rozvojové země.

<b>Emise CO<sub>2</sub> na obyvatele v roce 2009</b>		
Pořadí	Stát	Emise na obyvatele (t)
1.	Gibraltar	152,0
3.	Katar	79,8
12.	Lucembursko	21,5
17.	USA	17,7
21.	Kanada	16,1
32.	Rusko	11,2
53.	Japonsko	8,6
59.	EU	7,8
75.	Čína	5,8
143.	Indie	1,4
	<b>Svět</b>	<b>4,5</b>

Zdroj: IEA (2011)

Problémem těchto statistik je, že nezapočítávají další skleníkové plyny, např. produkci metanu či oxidu dusného v zemědělství. Komplexní monitoring po celém světě je samozřejmě obtížný a data jsou ve velké míře závislá na jednotlivých státech. Uznávaný World Resources Institute publikoval poslední souhrnné údaje roku 2005 a vypadaly takto:

<b>Emise skleníkových plynů (megatuny ekvivalentu CO<sub>2</sub>)</b>				
Pořadí	Stát	Celkové emise	Světový podíl (%)	Emise na hlavu (pořadí na světě)
1.	Čína	7 225	16,4	5,5 (93)
2.	USA	6 934	15,7	23,4 (11)
3.	(EU)	5 332	12,1	10,8 (48)
3.	Brazílie	2 855	6,5	15,3 (23)
4.	Indonésie	2 039	4,6	9,0 (62)
5.	Rusko	2 013	4,6	14,1 (26)

6.	Indie	1 876	4,3	1,7 (153)
7.	Japonsko	1 390	3,2	10,9 (46)
8.	Německo	1 005	2,3	12,2 (38)
9.	Kanada	811	1,8	25,1 (10)
10.	Velká Británie	684	1,6	11,4 (44)

Zdroj: World Resources Institute (2005)

Při započítání dalších skleníkových plynů a komplexnějším přístupem k oxidu uhličitému se tedy nemění pořadí na prvních dvou až třech příčkách, kde Čína a Spojené státy zůstávají zodpovědné za více jak 30 % světových emisí. V tabulce se, ale nově objevují další rozvojové země (Brazílie, Indonésie), které mají na klima nezanedbatelný vliv. Při přepočítání emisí na hlavu však opět tyto země na čele nenajdeme.

Oxid uhličitý může zůstat v atmosféře i sto let a více, za jeho navýšení jsou tak zodpovědné do značné míry dnešní rozvinuté státy, které spalovaly fosilní paliva při své industrializaci.

Historické emise CO <sub>2</sub> (1850-2005)(MtCO <sub>2</sub> e)			
Pořadí	Stát	Historické emise	Podíl na světě (%)
1.	USA	344 769	28,52
2.	(EU)	313 780	25,95
2.	Čína	113 144	9,36
3.	Rusko	96 127	7,95
4.	Německo	82 022	6,78
5.	Velká Británie	69 239	5,73
6.	Japonsko	46 866	3,88
7.	Francie	33 054	2,73
8.	Indie	30 429	2,52
9.	Kanada	26 288	2,17
10.	Ukrajina	25 738	2,13

Zdroj: World Resources Institute (2005)

Pokud přepočítáme emise na obyvatele, dostaneme opět jiný obrázek, kdy se např. Velká Británie dostane téměř do čela, zatímco Čína a Indie se posunou hluboko dozadu.

Historické emise CO <sub>2</sub> na počet obyvatel mezi lety 1850-2005 (tuny ekvivalentu CO <sub>2</sub> )		
Pořadí	Stát	Emise na hlavu
1.	Lucembursko	1 426
2.	USA	1 133
3.	Velká Británie	1 128
4.	Belgie	1 029
5.	Česká republika	1 011
11.	Rusko	677
14.	Evropská unie	629
89.	Čína	85
123.	Indie	27

Zdroj: World Resources Institute (2005)

#### K zamyšlení: Alternativní možnost – emise dle spotřeby

Základem současného klimatického systému je započítávání emisí států v místě jejich vzniku, což vede ke sporům mezi výrobci zboží (většinou rozvojové země) a jeho konzumenty (většinou rozvinuté státy). Jedním z návrhů, jak toto změnit, je zavést emise dle spotřeby. Do uhlíkové stopy každé země se tak přičte její import a naopak odečte její export. Poslední taková data jsou z roku 2001, a opět poskytují odlišný obrázek. Spojené státy spotřebují 29 tun CO<sub>2</sub> na obyvatele, Austrálie 21, Belgie 17, na druhé straně Čína pouze 3,1 a Indie 1,8 tuny.

Zdroj: [www.carbonfootprintofnations.com](http://www.carbonfootprintofnations.com), The Guardian

## 2. Světové zásoby fosilních paliv

Již byl řečeno, že hlavním zdrojem emisí skleníkových plynů je spalování fosilních paliv. Jejich snadná dostupnost a nízká cena umožňují snadnější ekonomický růst, a to nejen v rozvojových zemích. Bez přihlédnutí ke změně klimatu dojde k opuštění těchto paliv pravděpodobně pouze v případě, že se jejich zásoby povážlivě ztenčí, jejich cena příliš vzroste,

nebo se objeví levnější alternativy. Tyto tři problémy jsou propojené – čím méně zásob bude, tím bude vyšší cena a bude růst zájem o alternativní zdroje, jejichž investiční náklady tím budou zase klesat (techniku bude vyrábět více společností, které si budou konkurovat). Na počátku tedy stojí otázka, kolik **zásob fosilních paliv** ještě máme.

U **ropy** se již desetiletí spekuluje, že v brzké době začnou její zásoby docházet a bude nutné přejít na alternativní paliva. Ropné společnosti i vlády největších vývozců informace o svých zdrojích úzkostlivě tají, aby mohly lépe určovat cenu. Mnohá **naleziště** jsou ale opuštěna po vyčerpání zhruba poloviny dostupné ropy. Je tomu tak zkrátka proto, že v současné době je další těžba příliš drahá nebo neexistují dostatečné technologie. Pokud se zásoby ztenčí, tyto zdroje se mohou stát opět rentabilními. Již dnes se také objevují další **nekonvenční zdroje** ropy, např. z ropných písků v Kanadě nebo v Polsku, které jsou sice prozatím drahé, ale v budoucnu se mohou stát investičně zajímavějšími. Jisté je, že ropa tak bude k dispozici ještě **minimálně několik desetiletí**.

Odlišná je situace u **uhlí**, které je hlavním pohonem energetiky ve většině rozvojových zemí světa, ale třeba také v ČR. Předpokládá se, že i při současném tempu růstu světové ekonomiky (údaje vycházejí z dob před ekonomickou krizí) existují jeho zásoby minimálně na **sto let**, pravděpodobně ještě mnohem déle. To představuje pro snižování emisí velký problém. Spalování uhlí má velmi neblahé následky na životní prostředí, ale je zároveň velmi levné a jeho zdražení by muselo být uměle vyvoláno např. vysokým zdaněním. Pro ilustraci: Čína každý týden otevře jednu novou uhelnou elektrárnu. Do roku 2030 má rozšířit své kapacity o 1 000 GW nových elektráren. Pro srovnání: Česká republika má roční kapacitu všech svých elektráren (včetně jaderných, vodních atd.) přibližně 18,4 GW.

Pokud má tedy dojít ke globálnímu snížení emisí, musí rychle rostoucí rozvojové země najít alternativní zdroje energie, které nejen zvládnou pokrýt spotřebu, ale zároveň budou i finančně dostupné. To se však zatím nedaří.



### Případová studie: Obměna elektráren v západní Evropě a Spojených státech

Typická životnost uhelné elektrárny se pohybuje mezi 30 a 60 lety, většinou elektráren v západní Evropě a Spojených státech tato životnost v příštím desetiletí vyprší. Investiční náklady na výstavbu (či kompletní modernizaci) jakýchkoliv elektráren jsou vysoké, ale zároveň nové technologie mohou výrazně zvednout účinnost, a to až dvojnásobně (stejně množství uhlí tak vyprodukuje dvakrát tolik elektřiny). Pokud k výstavbě dojde, budou muset elektrárny fungovat mnoho let, než se zaplatí. O emisích mnohých vyspělých ekonomik se tak nerozhoduje ani tak dnes, jako kolem roku 2020. Bude záležet na stavu vědy a techniky, investičních nákladech i politických rozhodnutích.

Zdroj: Helm, D. a Hepburn, C. (2011). The Economics and Politics of Climate Change.

### 3. Jak se dají emise snižovat

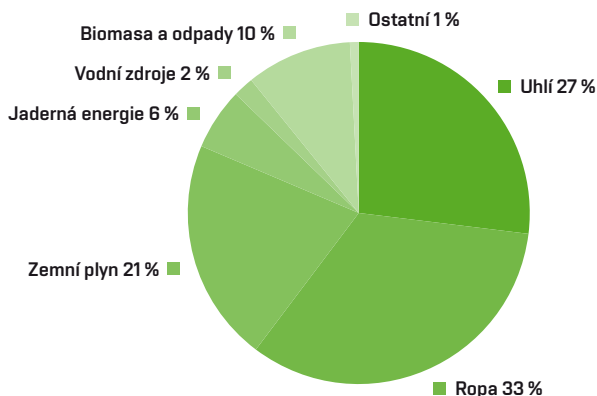
V každém ze sektorů ekonomiky – od energetiky přes průmysl až po dopravu – existují technologie a postupy, jak emise snižovat. Pomineme-li zemědělství, existují čtyři hlavní přístupy redukce – **přechod na alternativní (obnovitelné) zdroje energie, zvyšování energetické účinnosti a šetření energií, rozvoj nových technologií, případně radikální změna způsobu života.**

#### a) Přechod na alternativní (obnovitelné) zdroje energie

Jelikož více než polovina emisí skleníkových plynů pochází ze spalování fosilních paliv, je logickou cestou hledat alternativní možnosti. Získávání fosilních paliv má navíc často vedlejší nepříjemné následky. Uhlí je sice dostatek, ale jeho těžba ničí krajinu a spalování produkuje i s nejmodernějšími technologiemi stále relativně velké znečištění ovzduší. Největší zásoby ropy a zemního plynu jsou v zemích s nedemokratickými režimy (Írán, Saudská Arábie, Rusko, Venezuela atd.), které je využívají k politickému nátlaku.

Za **alternativní zdroje energie** můžeme označit **sluneční záření, tekoucí vodu, vítr, geotermální energii a biomasu**. Zvláštní roli hraje **jaderná energie**, která nemůže být považována za obnovitelný zdroj, avšak nepotřebuje fosilní paliva a neprodukuje téměř žádné emise skleníkových plynů. **Podíl obnovitelných zdrojů** na celosvětové produkci energie (tedy výrobě elektřiny a tepla, dopravě atd.) je však zatím celosvětově jen velmi nízký – s výjimkou biomasy. Sluneční, větrná či geotermální energie dohromady tvoří méně než jedno procento celkové produkce (sekce ostatní).

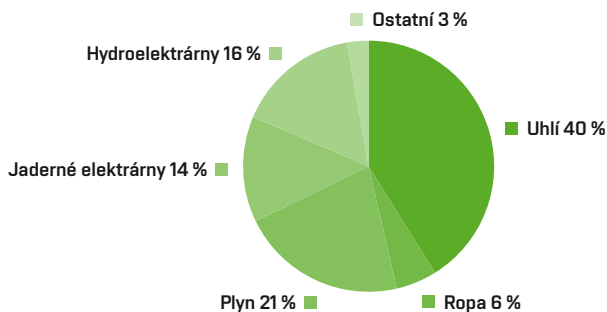
## Celosvětová produkce energie



Zdroj: IEA (2010)

Pokud se zaměříme pouze na výrobu elektřiny, i zde fosilní paliva stále drtivě vedou. Položka ostatní představuje sluneční, větrné a geotermální elektrárny, biomasu a odpady.

## Produkce elektřiny



Zdroj: IEA (2010)

**Solární energie** – Slunce je v podstatě nevyčerpitelným zdrojem energie (respektive v době jejího vyčerpání to již lidstvo téměř jistě trápit nebude) a jeho záření může být snadno využito jak k ohřevu vody či vytápění, tak k výrobě elektřiny. **Fotovoltaické panely** slouží k přeměně slunečního záření na elektřinu. Mohou existovat jak v malé variantě, která se umísťuje např. na střechy domů, tak i ve formě velkých solárních elektráren, kde jsou těchto panelů stovky až tisíce pohromadě.

Mezi její hlavní výhody patří nulové emise (pakliže nejsou započítané emise vzniklé při výrobě fotovoltaických panelů). V případě umístění na zemědělsky nevyužitelné půdě či na střechách domů mají v podstatě nulový škodlivý dopad na životní prostředí. Nevýhodou je nestálost slunečního záření a nutnost pokrýt velké plochy pro získání výraznějšího množství elektřiny. Ne všechna místa jsou také pro umístění panelů vhodná. Zatím také není možné velké množství panelů recyklovat, a tím pádem mají negativní vliv na životní prostředí po skončení své životnosti.

**Vodní zdroje** – Kinetická energie získaná z pohybu vody v řekách či v mořích (příliv a odliv, příboj, či mořské proudy) je využívána pro výrobu elektřiny. Také z tohoto důvodu byly a jsou stavěny přehradní nádrže. Z globálního hlediska jsou vodní elektrárny nejrozšířenějším obnovitelným zdrojem elektřiny. Tyto elektrárny neprodukují žádné přímé emise, vyžadují však velké zásahy do krajiny s často dramatickými následky. Malé lokální zdroje mohou zase ohrožovat říční ekosystémy. Změna klimatu navíc může způsobit proměnu průtoku některých řek, a tím omezit účinnost nákladně vybudovaných elektráren.

Vodní elektrárny mohou působit jako bezpečnostní riziko a jejich poškození, případně dokonce protržení hráze, může snadno překročit dopady jakékoli jiné technologie na výrobu elektřiny, včetně jaderné energetiky.

**Větrná energie** – Větrné elektrárny využívají přeměnu síly větru na elektřinu. Mají nulové emise skleníkových plynů a neprodukují žádný odpad. Po celém světě vzrůstá jejich množství, především pak ve Spojených státech a Číně. Jejich záporem je závislost na povětrnostních podmínkách, potřeba velkého množství větrníků pro dosažení významnějšího výkonu a negativní dopad na některé druhy ptactva.

**Geotermální energie** – Energie proudící z nitra Země je často využívána k ohřevu vody a vytápění. V případě, že je intenzita geotermální energie velká (v tektonicky aktivních oblastech jako je např. Island), dá se použít

také přímo k výrobě elektřiny. Výhodou je velmi nízký dopad na životní prostředí a nezávislost na dodávkách. Nevýhodou je, zvláště při uskutečnění vrtů, nejistota v geologických podmínkách. Otázkou tedy je, kde elektrárnu postavit, aby měla dostatečný výkon a byla rentabilní. Další možnosti využití zemského tepla jsou intenzivně zkoumány.

**Biomasa** – Energie uložená v hmotě biologického původu, tedy např. rostlinách, dřevinách či zemědělské produkci, není součástí delšího uhlíkového cyklu, což znamená, že se do ovzduší dostává pouze takové množství CO<sub>2</sub>, které rostlina přijala během svého růstu. Zpracovává se spalováním v teplárnách a elektrárnách. Její výhodou je možnost kompletního využití zemědělského či biologického odpadu. Nevýhodou pak potenciální škodlivý dopad na produkci potravin v případě, že bude špatně nastavena ekonomická politika – zemědělci by v takovém případě svou produkci raději odprodávali ke spálení, než na trh s potravinami. Podobný problém se v minulých letech objevil v souvislosti s masivními dotacemi biopaliv ze strany EU a USA, které vedly k nárůstu celosvětových cen např. u kukuřice. To mělo dramatické dopady na desítky milionů lidí v rozvojových zemích, kteří si pak nemohli základní potraviny dovolit a ocitli se na prahu chudoby.

**Jaderná energie** – Není obnovitelným zdrojem, protože je závislá na jaderném palivu, které umožňuje štěpnou reakci a uvolňování energie. Elektrárna neprodukuje žádné skleníkové plyny (ačkoliv její výstavba a příprava paliva samozřejmě ano) a je schopna poměrně velkého výkonu. Zápory reprezentuje vyhořelé jaderné palivo, které má jen omezené možnosti dalšího zpracování a musí být někam uloženo. Zároveň mohou elektrárny představovat bezpečnostní hrozbu, jak bylo vidět při černobylské havárii nebo poškození reaktorů v japonské Fukušimě. Na druhé straně je třeba říci, že tato bezpečnostní rizika jsou relativně nízká, jelikož jaderné elektrárny jsou pod konstantním drobnohledem široké i odborné veřejnosti a mají velmi přísné stavební standardy. Jejich výstavba je však extrémně finančně i časově náročná a případné komplikace mohou neúměrně prodražit výslednou cenu energie, kterou nakonec dodají do sítě.

## Případová studie: Alternativní zdroje energie v dopravě

Hledání alternativních zdrojů energie se nevyhnulo ani dopravě, ve které se již dlouhá léta hovoří o vyčerpání zdrojů ropy, jejich zvyšujících se cenách a v posledních letech samozřejmě i škodlivých emisích. Zatím se nejčastěji jedná o dopravu osobní, tedy automobily. U nich byl prvním významněji používaným alternativním pohonem stlačený zemní plyn, který se ve velkém používá i u autobusů. V současné době se stále častěji hovoří o automobilech na vodíkový pohon či na elektřinu.

Elektromobily do budoucna představují možnou alternativu klasickým spalovacím motorům. Zatím nejpobulárnější jsou hybridy, tedy vozidla, která mají klasickou benzínovou či naftovou nádrž, a k ní přídavný elektrický pohon. Čisté elektromobily pak mají nulové emise CO<sub>2</sub> – mohou tím pádem výrazně přispět k celkovému snížení emisí. V současné době je však jejich problémem vysoká pořizovací cena, malý dojezd a absence dobíjecí infrastruktury. Uvšech se dá však očekávat postupné zlepšení. Větším problémem je elektřina. Elektromobily sice samy fosilní paliva bezprostředně nespotebouvají, výroba elektřiny však často ano. Případně masové používání elektromobilů si tak stejně vyžádá komplexní řešení energetické politiky států.

### b) Zvyšování energetické účinnosti

Světová ekonomika postupem času snižovala objem emisí CO<sub>2</sub> na jednotku HDP, to znamená, že zvyšovala svou **energetickou účinnost**, nebo snižovala svou **energetickou intenzitu**. Tento trend se však zpomalil a v posledních letech dokonce obrátil, částečně díky vzrůstajícímu podílu rozvojových zemí na světové ekonomice. Zvyšování energetické účinnosti je však i v nově rychle rostoucích zemích populárním trendem, protože kromě pozitivního dopadu na životní prostředí také snižuje náklady na nákup energií. Jejím hlavním omezením je počáteční cena investice do nových technologií, které musí být ekonomicky návratné.

**Energetická účinnost** se dá zvyšovat v mnoha oblastech, od zateplování domů (u nás jsou známé např. energetické štítky) a rozvoje LED osvětlení, přes produkci automobilů s nižší spotřebou pohonných hmot, až po kompletní přestavby továren pro získání většího výkonu za menší spotřeby energie. Všechny tyto přístupy se dějí na úrovni jednotlivců, firem, státních institucí i státu jako takového (např. zavádění povinných energetických standardů pro novou výstavbu či státní podpora z programu Zelená úsporám).

Zvyšování energetické účinnosti však má jeden nechtěný efekt, který snižuje jeho celkový vliv. Jelikož často znamená pro jednotlivce i firmy zlevnění některých činností (používání vozidla, vytápění, osvětlení), může paradoxně vést k jejich nadužívání a tím pádem snižování celkové úspory – v některých případech až na nulovou úroveň.

### c) Rozvoj nových technologií

Pokud bude mít změna klimatu dramatické dopady, předpokládá se rychlejší rozvoj dvou hlavních technologií, které mohou razantně omezit emise skleníkových plynů, nebo dokonce přímo redukovat samotnou změnu klimatu. Jedná se o intenzivně zkoumané programy, které jsou zatím ve fázi experimentálního ověřování a pilotních projektů. Je však téměř jisté, že o nich bude v budoucnu stále více slyšet.

#### **Zachycování a ukládání oxidu uhličitého pod zem (CCS – Carbon Capture and Storage)**

Technologie omezuje emise uhelných elektráren tím, že je přímo v elektrárnách zachytává a následně odvádí potrubím pryč k uskladnění. Oxid uhličitý se tak nedostane do ovzduší, ale je opět někam uložen, např. pod zem, do nedočerpaných ropných a plynových vrtů či bývalých uhelných šachet. Zatím však není příliš známo, co by oxid uhličitý uložený v masivním množství pod zemí udělal (zda by např. nepřispěl k poškození půdy), a zda jej tam je možné vůbec dlouhodobě udržet. Navíc je technologie sama energeticky dost náročná, takže by paradoxně vedla k navýšení spotřeby fosilních paliv (ačkoliv ne nutně k navýšení emisí, které by opět byly zachyceny).

#### **Geoengineering**

Jedná se o přístup, který má za pomoci lidských znalostí a technologií změnit některé z parametrů planety v globálním měřítku – třeba uměle snížit teplotu atmosféry (např. rozptýlením částic, které odrážejí sluneční záření) či zredukovat množství skleníkových plynů. Ačkoliv se zatím nejedná o nijak masově rozšířený vědní obor, vzbuzuje již velké kontroverze. Škála negativních názorů se tak pohybuje od zpráv, že povede k totální destrukci planety, až po obavy o plýtvání peněz daňových poplatníků, které nepřispějí k žádným reálně použitelným závěrům.

### **4. Ekonomie a změna klimatu**

Změna klimatu představuje z ekonomického hlediska příležitost pro transformaci ekonomik na nový způsob výroby a spotřeby. Je možné, že za deset či patnáct let budeme všichni nakupovat pouze zboží, které prokazatelně pochází z nízkouhlíkové továrny. Je však také možné, že spotřebitele nebude tato informace absolutně zajímat. Z tohoto hlediska je změna klimatu hojně diskutovaným tématem mezi ekonomy, strategii nadnárodních korporací

i politiky. Ti všichni se ptají, zda se jim vyplatí případné investice do omezení emisí skleníkových plynů a transformace ekonomiky či firemní struktury.

### Sternova zpráva

Základní otázka, kolik by transformace na energeticky méně náročnou ekonomiku stála, jak rychle by mohla proběhnout a jaké by byly její výhody, zůstávaly dlouho nezodpovězeny. Nejkomplexnějším a nejvíce diskutovaným materiálem, který se jimi zabývá, je sedmisetstránková publikace britského ekonomy Nicholase Sterna z London School of Economics a jeho týmu, připravená pro britskou vládu v roce 2006 (tzv. **Sternova zpráva**). Zpráva se stala jedním z hlavních materiálů pro diskuze odborné veřejnosti i mezinárodní jednání politiků. Jejím celkovým hlavním závěrem je, že ignorovat změny je dražší, než je omezit. Mezi další závěry patřily:

- změnou klimatu budou zasaženy všechny země, hlavní tíhu následku však ponесou ty nejchudší,
- odlesňování je zodpovědné za víc emisí, než celý sektor dopravy,
- trh se zatím v případě změny klimatu selhává,
- efektivní politika ochrany klimatu musí být založena na kombinaci zpoplatnění uhlíku, rozvoje nových technologií a zvyšování energetické účinnosti,
- prostředky na výzkum a vývoj nových technologií jsou zatím nedostatečné,
- pokud bude přeměna ekonomiky provedena rychle, její výnosy budou větší než náklady,
- nekontrolovaná změna klimatu dlouhodobě sníží růst světového HDP o 5 až 20 %,
- celkové náklady na restrukturalizaci ekonomiky jsou odhadnuty pouze na 1 % celkového světového HDP. Stern v roce 2008 sám opravil toto číslo na 2 %.

#### K zamyšlení: Kritika Sternovy zprávy

Zpráva byla mnohokrát obviněna ze zveličování dopadů změny klimatu a naopak podhodnocení investic. Stejně tak zpráva nebere příliš v potaz to, že cena peněz a produktů se s časem snižuje, a že tedy reagovat hned může být podstatně dražší

než v budoucnu. Jinými ekonomy je jí vytýkáno, že naopak podhodnocuje možnosti změn, které by mohly mít nezvratné katastrofální důsledky na světovou ekonomiku. Tato kritika je logická, jelikož různé ekonomické teorie mohou vést k různým výsledkům. Hlavním problémem zprávy je však celková vysoká úroveň nejistoty mnohých jejích parametrů. Nemáme totiž příliš tušení, jak bude vypadat světová ekonomika, věda a technika za deset let, natož pak za padesát. Tomu se však nevyhne žádná z podobných analýz.

### K zamyšlení: Změna klimatu jako obětovaná příležitost

V ekonomii existuje pojem obětovaná příležitost. Jednoduše řečeno máme na jakékoli aktivitu pouze omezené množství energie, času a peněz. Pokud se peníze investují např. do mitigačních opatření, nebudou tyto peníze k dispozici na jiné důležité problémy jako je boj s malárií, potírání HIV/AIDS, globální chudoba či dětská úmrtnost. Jedním z hlavních zastánců toho, že globální oteplování je sice faktem a důležitou součástí naší budoucnosti, ale investice do jeho omezení skrze mitigace může být příliš vysoká, je dánský statistik Björn Lomborg. Ten dlouhá léta argumentuje, že investice do mitigace jsou neefektivní a že podstatnější je zaměřit se na rozvoj nových technologií, geoengineering, obnovitelné zdroje energie, efektivnější zemědělství atd. V době zablokovaných mezinárodních jednání a neochoty států výrazně změnit své ekonomické modely stojí tyto myšlenky za pozornost.

## 5. Ekonomické nástroje omezování emisí

Pokud chtějí státy dosáhnout snížení emisí, mají k tomu několik základních ekonomických nástrojů. Základní volba leží mezi **uhlíkovou daní** a **systémem emisních povolenek**. Ty se dotknou především energetiky, průmyslu, případně dopravy a domácností. Kromě toho mohou státy samozřejmě regulovat zemědělství a lesnictví, či zavádět standardy energetické účinnosti.

**Uhlíková daň**, jak název napovídá, uvaluje daňovou zátěž na spotřebitele uhlíku. Ten bude nucen s každým spotřebovaným kilogramem či tunou uhlí (případně podílu uhlíku v jiném palivu, např. ropě), odvést do státní pokladny určitý obnos peněz. To ho má motivovat ke snížení emisí na takovou úroveň, aby minimalizoval náklady např. modernizací technologií. Předpokládá se, že by zavedení daně mělo na emise znatelný vliv. To, jak vysoká by musela být, aby k tomu došlo, je předmětem intenzivní diskuze. Uhlíková daň samozřejmě může být (a je) zaváděná také na národní úrovni bez ohledu na mezinárodní jednání.



Druhou možností je nám již známé **zavedení emisních povolenek**. Vytvoří se emisní strop, který může stát dosáhnout, a práva na emise se rozdělí nebo rozprodají mezi jednotlivé firmy. Ty potom mohou s povolenkami obchodovat, pokud jich mají nadbytek, nebo naopak nedostatek. Výhodou schématu je snazší číselné vyjádření cílů a jejich plnění, pokud je dostatečně vysoko nastavena penalizace těch, kteří pravidla nesplňují. Nevýhodou je náročnost na administraci, nutnost počátečního rozdělení povolenek, které nemusí být nutně ekologické ani ekonomické, a deformace trhu, která může bránit rozvoji nových firem, které nemají povolenky přidělené.

V obou případech hraje důležitou roli mezinárodní faktor. Ačkoliv je mitigace změny klimatu společným zájmem států, ty mají zároveň silné nutkání se na opatřeních nepodílet a jen využívat jejich důsledků – tedy chovat se jako „černí pasažéři“. Pokud např. jeden stát zavede vysokou uhlíkovou daň, mnohé firmy se budou snažit přesunout do jiné země, kde toto ekonomické břímě nebude.

## OTÁZKY

1. Jak úspěšný byl Kjótský protokol a jaké jsou problémy dalších jednání?
2. Kdo jsou největší producenti skleníkových plynů a proč jsou různé statistiky tak rozdílné?
3. Proč není tak jednoduché vzdát se fosilních paliv? Vysvětlete.
4. Jak se dají snižovat emise? Jaké jsou výhody a úskalí jednotlivých obnovitelných zdrojů energie?
5. Vysvětlete problémy spojené se snižováním emisí a přechodem států na nízkouhlíkovou ekonomiku.

## DOPLŇUJÍCÍ A ROZŠIŘUJÍCÍ MATERIÁLY

### a) v českém jazyce

Binhack, P. (2011). Agenda „20-20-20“: Na cestě k jednotnému energetickému trhu. Asociace pro mezinárodní otázky. Online: [http://www.amo.cz/download.php?group=produkty1\\_soubory&id=396](http://www.amo.cz/download.php?group=produkty1_soubory&id=396)

***Stručná studie zabývající se vývojem evropské energetické politiky a snižováním emisí.***

Businessinfo.cz (2009). Evropská politika ochrany životního prostředí. Online: <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/politiky-eu/evropska-politika-ochrany-zivotniho/1000521/4271/>

***Historický exkurz do vývoje evropské politiky ochrany životního prostředí a klimatické politiky.***

Lomborg, B. (2008). Zchladte hlavy! Praha: Dokořán.

***Jedna z nejslavnějších skeptických knih zabývající se porovnáním nákladů na boj se změnou klimatu a ostatními globálními problémy lidstva.***

Ministerstvo životního prostředí. Kjótský protokol. Online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky\\_protokol/\\$FILE/OMV-cesky\\_protokol-20081120.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf)

***Česká verze Kjótského protokolu.***

Stern, N. (2007). Ekonomické aspekty změny klimatu: Sternova studie. Ministerstvo životního prostředí ČR, Britské velvyslanectví. Online: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/E7EF577C57BA9B18C12572BB002DAF3D/\\$file/Sternova%20zprava.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/E7EF577C57BA9B18C12572BB002DAF3D/$file/Sternova%20zprava.pdf)

***Dokument shrnující nejdůležitější poznatky tzv. Sternovy zprávy o ekonomických aspektech změny klimatu.***

### b) v anglickém jazyce

Oliver, C., Frigieri G. a D. Clark. (2011). Everything you need to know about climate change – interactive. The Guardian. Online: <http://www.guardian.co.uk/environment/interactive/2011/aug/15/everything-know-climate-change>  
***Interaktivní internetová stránka vysvětlující všechny základní aspekty změny klimatu a jejích důsledků.***

OECD (2008). *ClimateChangeMitigation: What do we do?* Online: <http://www.oecd.org/dataoecd/30/41/41753450.pdf>

***Přehledná analýza probíhajících a potenciálních mitigačních opatření, jejich dopadů a případných nákladů.***

U.S.Energy Information Administration. *International Energy Statistics.* Online: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm#>

***Volně přístupná statistika, která umožňuje porovnávat energetickou spotřebu většiny zemí světa, poskytuje informace o obnovitelných zdrojích energie atd.***

## Aktivity

### 1. Porovnejte uhlíkové stopy států

Příprava: 1 týden předem

Vlastní aktivita: 5 min. prezentace, 5 min. diskuze

Počet studentů: 5 prezentujících

Za pomoci webových stránek [www.carbonfootprintofnations.com](http://www.carbonfootprintofnations.com) si každý student vybere jednu zemi a připraví si krátký, přibližně minutový, referát o její uhlíkové stopě. Zmíní, jak je velká, co ji tvoří a jak se liší oproti světovému průměru. V následné diskusi studenti proberou důvody, proč se uhlíkové stopy států liší a co na ně má největší vliv.

### 2. Energetičtí lobbisté

Příprava: 1 týden předem

Vlastní aktivita: 10 min. prezentace, 5-10 min. otázky a odpovědi

Počet studentů: 3-6

Každý ze studentů si samostatně nastuduje výhody a nevýhody jednoho druhu obnovitelné energie, případně i energie jaderné. Výhody shrne v krátké prezentaci, přičemž nevýhody co nejvíce relativizuje. Pro ozvláštnění může jeden ze studentů reprezentovat i uhelnou lobby. V následném prostoru pro otázky a odpovědi mohou studenti vznést dotaz na nevýhody a lobbisté na ně musí umět odpovědět. Po uplynutí stanoveného času třída hlasuje, kdo by získal její důvěru.

### 3. Společné a rozdílné zájmy

Příprava: 1 týden předem

Vlastní aktivita: 10-15 min. prezentace, 5-10 min. diskuze

Počet studentů: 5 skupin po 4 studentech ►►

►► Studenti jsou rozděleni do pěti zhruba čtyřčlenných skupin (dle počtu studentů ve třídě). Každá ze skupin reprezentuje jeden z významných států či zájmových skupin v klimatických jednáních (EU, Spojené státy, Austrálie, malé ostrovní státy, OPEC). Úkolem studentů je zjistit priority svých skupin v klimatických jednáních a přednést je ostatním ve formě bodů. V následné krátké diskusi mají studenti za úkol odhalit, v čem se zájmy jednotlivých stran liší – a v čem se naopak mohou shodnout.

### III. Změna klimatu a Česká republika

Předchozí kapitoly se problematice věnovaly z obecnějšího, globálního pohledu. V této části téma prozkoumáme v kontextu České republiky. Nejprve se podíváme na scénáře dopadu změny klimatu na území našeho státu v příštích desetiletích. Poté se budeme zabývat tím, jakou roli hraje ČR jako producent emisí skleníkových plynů. Přiblížíme si, jaký význam pro nás mají mezinárodní závazky a jak se ČR staví k ochraně klimatu. Načrtne také obrysy politické a společenské debaty.

#### III.I. ČESKÁ REPUBLIKA A DOPADY ZMĚNY KLIMATU

Bezprostřední dopady změny klimatu nebudou v České republice tak dramatické jako v jiných částech světa, především pak v rozvojových zemích v Africe a Asii. Díky geografické poloze se nás přímo nedotkne zvyšování mořské hladiny, tání ledovců či rozšiřování pouští. Vysoká míra hospodářské rozvinutosti, společenského blahobytu a technické vyspělosti navíc staví ČR do mnohem lepší situace, jak se na nepříznivé dopady připravit a vyrovnat se s nimi.

Bylo by však chybou se domnívat, že se nás změna klimatu netýká. Scénáře na příští desetiletí počítají s celou řadou situací, se kterými je třeba počítat: od zvýšení průměrné teploty a posunu střídání ročních období, přes nahrazení některých rostlinných a živočišných druhů jinými, až po případné nedostatky vody či šíření nemocí.

Je nutné znovu připomenout, že ani v českém prostředí nepanuje mezi odborníky naprostá shoda (např. známý vědec a publicista Václav Cílek pro příštích několik desetiletí počítá spíše s mírným ochlazením). Následující scénáře jsou rozpracováním předpovědí **Mezivládního panelu pro změnu klimatu (IPCC)** a vycházejí především z výzkumů Českého hydrometeorologického ústavu, Univerzity Karlovy, Akademie věd ČR a České zemědělské univerzity v Praze.<sup>1</sup>

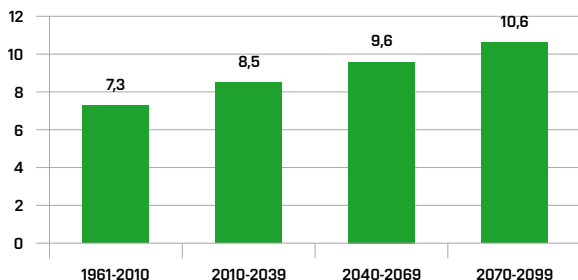
##### 1. Oteplení a posun ročních období

Oteplování na území ČR již probíhá. V posledních dvaceti letech se průměrná teplota vzduchu zvýšila zhruba o jeden stupeň. Z dvaceti nejteplejších roků za dvě a čtvrt století měření v pražském Klementinu připadá třináct na období po roce 1980 a rovných osm na 21. století. Podle nejnovějších předpovědí by se teplota v ČR měla do konce tohoto století postupně **zvýšit**

<sup>1</sup> Nejzásadnějším zdrojem je pak rozsáhlá studie kolektivu pod vedením Jana Pretla (2011).

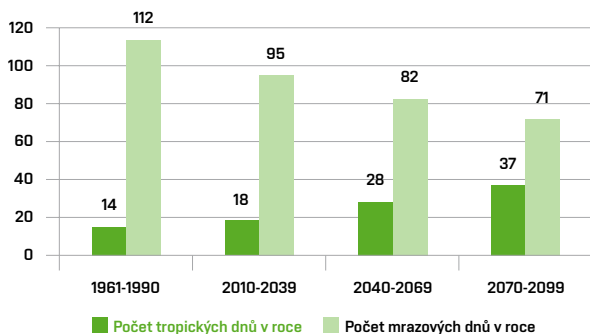
až o 3,5 – 4 °C oproti průměru z let 1960-1990, v příštích třiceti letech pak očekáváme nárůst přibližně o jeden stupeň Celsia. Oteplování se bude více-méně rovnoměrně týkat celého území ČR. Největší výkyvy jsou očekávány v letních měsících.

### Průměrná roční teplota v °C



Zdrojová data: Pretel a kol. (2011)

Změna v řádu jednotek stupňů Celsia se nám může jevit jako zanedbatelná, její důsledky by ale byly nepřehlédnutelné. Jedním z nich je posun ve střídání ročních období s dřívějším příchodem jara a léta. Období tání by se mohlo posunout z dubna na přelom ledna a února. Sníh by se pak i v zimě udržel jen v horských oblastech. V letních měsících by byly častější vlny tropických veder a větší riziko extrémního sucha, které by mohlo ČR trápit téměř každý druhý rok.



Zdrojová data: Pretel a kol. (2011)

## 2. Vodní režim

Zvýšení teploty a změny v cyklu ročních období se projeví i ve vodním režimu. V celkovém ročním objemu srážek by zřejmě významné proměny nenastaly, ale deště by byly kratší a intenzivnější. Tím by se zvýšilo riziko lokálních povodní způsobených přívalovými srážkami, jak je známe např. z Jeseníků a Šumavy. Zde je ovšem třeba jasně upozornit na to, že častý výskyt velkých povodní v posledních letech nemůžeme považovat za důsledek či důkaz změny klimatu. V devatenáctém a na začátku dvacátého století byla situace velmi podobná, výjimkou byl naopak extrémně malý výskyt povodní v druhé polovině dvacátého století.

Povodňový režim lze velice těžko předpovídat do budoucnosti. Prognózy se ovšem přiklání spíše k jejich přesunu v roce, než k významnému nárůstu. Díky vloženým obdobím tání by měly být častější a silnější v zimě a naopak slabší na jaře a na podzim. Vědci dále očekávají změnu průtoků řek, a to někde i o desítky procent (např. na jižní Moravě). K tomu by ovšem mělo docházet až ke konci tohoto století, odhady jsou proto jen velmi orientační. Za větší riziko než povodně jsou navíc považována letní sucha.

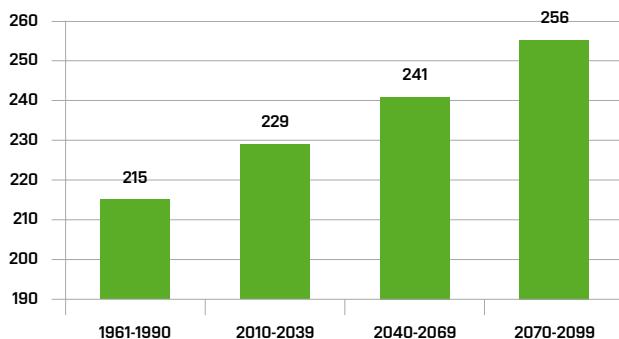
Celkové změny vodního režimu by v ČR měly mít mírnější průběh. Zatímco pro severní Evropu se předpovídají častější a pro jih naopak vzácnější srážky, ČR leží na rozhraní obou zón. Koloběh vody je navíc složitým systémem s celou řadou regulačních mechanismů. Např. vyšší průtok vody je částečně vyvažován větším odpařováním a naopak.

## 3. Vegetační pásma, fauna a flora

S oteplením souvisí také posun vegetačních pásem od jihu na sever a z nižších do vyšších oblastí. Zcela vymizet by tak měla např. horská tundra v okolí vrcholů Sněžky a Pradědu. Se značnými problémy by se potýkaly také jehličnanové monokultury v nižších oblastech.

Velké vegetační období by se mělo významně prodloužit. Jeho úvod by se v tomto století mohl posunout z konce března na jeho začátek, jeho konec pak z října do poloviny listopadu. To se samozřejmě neobejde bez dopadů v zemědělství, které krátce popisuje následující část.

## Délka vegetačního období (dny v roce)



Zdrojová data: Pretel a kol. (2011)

Zcela vymizí některé druhy organismů a budou nahrazeny jinými, teplomilnějšími – důsledky pro ekosystémy a potravní řetězce lze jen stěží předpovídat. Mezi novými organismy bude také řada škůdců.

### Případová studie: Lýkožrout smrkový a početnost ptactva v ČR

Teplejší podmínky by podle předpovědi týmu České zemědělské univerzity byly velice příhodné pro lýkožrouta smrkového, nejvýznamnějšího škůdce smrkových porostů v Evropě. V současnosti se na většině území ČR ročně líhnou dvě generace potomků. Při oteplení dle výše popsaných scénářů by se však líhnuly generace tři, v teplejších polohách případně i čtyři, což by znamenalo výrazně větší riziko přemnožení.

Zdroj: Projekt Climips, [www.climips.cz](http://www.climips.cz)

Podle výzkumu Přírodovědecké fakulty UK a České ornitologické společnosti má změna klimatu již dnes silnější vliv na výskyt a stěhování ptactva, než se původně předpokládalo. V ČR tak přibývají teplomilné druhy jako např. žluva hajní a vlha pestrá. Až třikrát více druhů ovšem ubývá a snižuje se tak druhová pestrost.

Zdroj: Reif, J. a kol. (2009). Vliv globálních klimatických změn na vývoj početnosti ptáků v ČR.

## 4. Zemědělství

Teplotní a hydrologické změny budou mít vliv také na zemědělství, který může být pozitivní i negativní. Velkým problémem by byla především vedra



a sucha vedoucí k omezenému přístupu k vodě a snížení její kvality. Ministerstvo zemědělství již dnes plánuje výstavbu 65 vodních nádrží po celé ČR, které by v takovém případě měly posloužit jako rezervní zdroj vody. Toto opatření je ovšem kontroverzní z hlediska ochrany krajiny a původních ekosystémů. Dalším negativním jevem je zmíněný příchod nových škůdců.

Prodloužení vegetačního období a růst teplot by ale zároveň mohl některým plodinám prospět a umožnit jejich rozšíření do severnějších a vyšších oblastí – např. u vinné révy nebo určitých druhů ovoce. Stejně jako u jakýchkoliv jiných organismů, i zde by šlo především o střídání tradičních plodin novými, teplomilnějšími. U jiných plodin (cukrovka, kukuřice, slunečnice) by byly možné dvě sklizně ročně, což však komplikuje právě očekávaný nedostatek vody. Nepříznivé dopady lze dále očekávat třeba u žateckého chmele.

#### Případová studie: Žatecký chmel

Podle studie skupiny vědců by změna klimatu negativně zasáhla tradiční přísadu pro přípravu českého piva – žatecký chmel. Jeho kvalita je určována především množstvím alfa-kyselin, které mu dodávají typickou hořkost. Alfa-kyseliny ovšem ubývají již při mírném oteplení, které vede ke zkrácení vegetačního období chmele. Souběžně klesají i výnosy, které by v období 2011-2025 měly být o 6,5 % a v letech 2051-2100 dokonce téměř o 9 % nižší oproti průměru z let 1976-2006. Řešením je šlechtění a přechod na nové odrůdy, přesun chmelnic do chladnějších lokalit či chlazení pomocí zavlažování. Ve všech případech jde o nákladné investice.

Zdroj: Možný, M. a kol. (2007). Dopady potenciální změny klimatu na produkci žateckého chmele v Čechách.

## 5. Dopady na společnost

Změna klimatu může také posilovat či přímo iniciovat řadu nepříznivých trendů a ovlivňovat tak společnost nepřímo. Takové dopady mohou být např. zdravotní. Extrémní letní počasí by bylo nebezpečnější pro starší osoby či osoby se srdečním onemocněním. Delší pylová sezona by přispěla k těžším a častějším průběhům alergických onemocnění. V teplejším podnebí se dá očekávat rozšíření lymské boreliózy a dalších nemocí.

Případný nedostatek či snížená kvalita vody, opět především v letním období, by mohla přinést výpadky dodávek nejen pro zemědělce, ale i pro domácnosti a průmysl, což by s sebou neslo nepříznivé důsledky nejen v ekonomické rovině. Potenciálním rizikem v delším časovém horizontu je masová migrace obyvatel ze závažněji postižených oblastí, tedy např. Afriky či Blízkého východu.

K těmto scénářům je však třeba přistupovat opatrně a kriticky. Řetězce příčin a následků vedoucích od změny klimatu k společenským a bezpečnostním rizikům jsou poměrně složité. Není v nich často zohledněna možnost adaptace a inovace – tedy např. úspornějšího hospodaření s vodou nebo efektivnějšího zemědělství. Je také otázkou, nakolik je třeba zmíněná migrace reálná v masovém měřítku a zda by v určité míře nebyla pro vymírající populaci ČR spíše přínosem.

#### K zamyšlení: Změna klimatu jako bezpečnostní hrozba pro ČR

Změnu klimatu zmiňuje i Bezpečnostní strategie ČR, klíčový vládní dokument pro zajištění obrany a bezpečnosti státu:

„Dopady klimatických změn a jejich vliv na životní prostředí i zdraví obyvatelstva lze obtížně předvídat. Samotné obavy z těchto změn však mohou vést k růstu napětí mezi státy, ústit v humanitární krize s přímými dopady na místní, státní i mezinárodní struktury, včetně možné eskalace lokálních konfliktů doprovázené zvýšenými migračními tlaky.“

Zdroj: Bezpečnostní strategie České republiky (2011).

### III.II. ČESKÁ REPUBLIKA JAKO PRODUCENT EMISÍ

Podíl České republiky na světové produkci emisí skleníkových plynů je zanedbatelný – jedná se přibližně o 0,3 %. Zcela jiný pohled se ovšem naskytne, pokud toto číslo porovnáme s počtem obyvatel či srovnatelnými státy.

#### „Emisní šampion“ Evropy

V rámci Evropské unie patří ČR třetí místo v produkci emisí na jednoho obyvatele, s číslem o 27 % vyšším (12,9 t ekvivalentu CO<sub>2</sub> v roce 2010) než je průměr EU (9,4 t). Na jednoho Číňana připadá přibližně dva a půl krát, na jednoho Inda pak dokonce sedmkrát méně emisí než na průměrného Čecha. V EU jsou v této statistice horší jen Lucembursko a Irsko. Pokud bychom hodnotili celkové údaje od roku 1850, pak každému z nás patří dokonce páté místo na světě v kategorii největších znečišťovatelů v historii.<sup>2</sup>

ČR přitom od roku 1990 omezila svou produkci emisí skleníkových plynů o celou třetinu, a to především díky uzavření nebo modernizaci velké části průmyslových a energetických provozů na počátku devadesátých let. Proč jsme tedy stále „emisním šampionem“ Evropy?

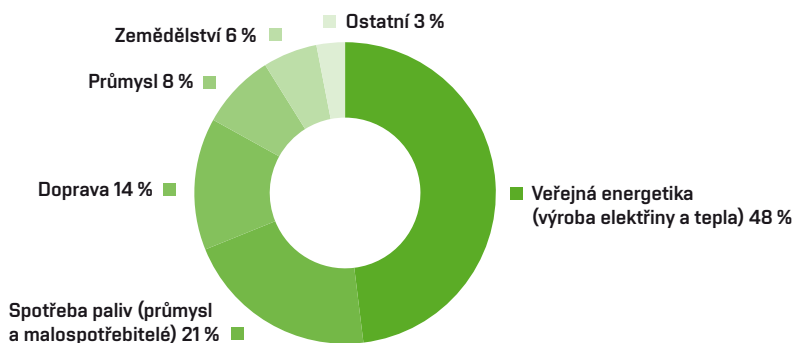
<sup>2</sup> Vycházíme z údajů Evropské agentury pro životní prostředí, společnosti McKinsey&Company a britského deníku The Guardian.

Emise na počet obyvatel (2009)	
Austrálie	19,6 t
USA	17,7 t
ČR	12,7 t
Rusko	11,2 t
Německo	9,3 t
Velká Británie	8,4 t
Čína	5,8 t
Světový průměr	4,5 t
Indie	1,4 t
Afrika (průměr)	1,1 t

Zdroj: The Guardian, Evropská agentura pro životní prostředí

Hlavním důvodem je struktura české ekonomiky, především pak její exportní orientace a velký význam průmyslu. V České republice se průmysl podílí na tvorbě HDP zhruba ze třetiny, zatímco průměr celé EU je pouze 20 %. Průmysl spotřebovává velké množství elektřiny, jejíž výroba je emisně náročná. ČR navíc elektřinu také přímo vyváží – její emisní náklady se však opět započítávají v místě výroby, tedy u nás. Důležitou roli hraje také skutečnost, že 60 % české elektřiny stále vzniká spalováním v uhelných elektrárnách. Za vyspělými státy EU také zaostáváme např. v energetické účinnosti budov.

### Zdroje emisí skleníkových plynů v ČR (2011)



Zdrojová data: Evropská agentura pro životní prostředí

### Případová studie: Jak může ČR snížit emise skleníkových plynů?

Česká republika má celou řadu možností, jak v příštích dvaceti letech snížit své emise skleníkových plynů. Nejméně problematické je **zvyšování energetické účinnosti** např. zateplováním budov či přechodem na šetrnější technologie ve výrobě a spotřebiče v domácnostech. Tato opatření jsou ekonomicky výhodná, protože dlouhodobé úspory vyváží prvotní investici.

Největší potenciál leží ve **změně energetického mixu** ČR. Zde je však nutné hodnotit cíl snižování emisí skleníkových plynů v souvislosti s celou řadou dalších otázek. Jaderná energie je sice z pohledu emisí „nejčistším“ a zároveň ekonomicky nejrentabilnějším zdrojem, nicméně nikdy nelze zcela vyloučit riziko havárie s katastrofickými důsledky. Problematické je také budování úložišť jaderného odpadu, případné rozšíření těžby uranu či nepředpokládané navýšení nákladů na stavby nových elektřáren. Šetrným řešením je také spalování zemního plynu. Zde však hrozí riziko přílišné závislosti na kolísajících cenách a dodávkách od jednoho, potenciálně nejistého zdroje (Rusko). Příslibem jsou obnovitelné zdroje, nicméně ty jsou často ekonomicky nerentabilní a ČR rovněž nemá velký potenciál např. ve větrné nebo geotermální energii.

Vedle toho existují další opatření, která však vyžadují investici s nejistou návratností. Alternativní technologie, jako např. zachycování a skladování uhlíku pod zemí (**CCS**) nebo automobily na elektřinu či vodíkové články, jsou zatím jen v plenkách a jejich funkčnost i rentabilita je velkým otazníkem.

Klíčová je kombinace a načasování všech zmíněných variant. Bude-li zvolena vhodně, může ČR do roku 2030 výrazně snížit své emise tak, aby investice významněji nepřesáhly celkové výnosy. V opačném případě se ovšem náklady mohou vyšplhat až na 2,3 miliardy Kč ročně. To odpovídá polovině všech veřejných výdajů na vzdělávání.

Zdroj: McKinsey&Company (2008). Náklady a potenciál snižování emisí skleníkových plynů v České republice.

## III. III. POLITIKA OCHRANY KLIMATU

Politika ochrany klimatu je uskutečňována na několika různých úrovních. Postoj vlády, jednotlivých ministerstev a dalších úřadů musí brát na zřetel závazky ČR v rámci mezinárodních organizací a úmluv. Ty jsou dále rozpracovávány do národních plánů a strategií, stejně jako konkrétních zákonů a dalších opatření. Vlastní iniciativu ale vyvíjí např. i jednotlivá města.

### 1. Mezinárodní závazky

Česká republika je signatářem **Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu** již od roku 1993. Přistoupení ke **Kjótskému protokolu** (1998) pak bylo pro ČR

velice výhodné. Připomeňme si, že státy se v tomto dokumentu zavazují snížit své emise skleníkových plynů o určité množství (v případě ČR o 8 %) mezi lety 1990-2012. V ČR však právě od roku 1990 začaly emise dramaticky klesat díky celkové transformaci ekonomiky po listopadové revoluci. Limit tedy technicky vzato „splněn“ již v roce 1992, tedy pět let před podepsáním protokolu. ČR tak získala značné finanční prostředky díky prodeji tzv. **emisních povolenek** zemím, které přesáhly své stanovené kvóty (např. Japonsko, Rakousko a Španělsko). ČR také podporuje prodloužení platnosti protokolu a přípravu nové mezinárodní smlouvy, která by měla vstoupit v platnost od roku 2020.

Jádrem tzv. **klimaticko-energetického balíčku EU** z roku 2007, je závazek „20-20-20“, který jde nad rámec Kjótského protokolu. Státy Unie se zavázaly do roku 2020 **omezit své emise o 20 %** (oproti roku 1990), **dosáhnout 20 % podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie a zvýšit svou energetickou účinnost o 20 %**. Tyto mety platí pro EU jako celek, pro jednotlivé státy byly vypracovány dílčí národní cíle. Pro ČR to znamená snížení emisí na obyvatele o 17 % (oproti roku 2009) a dosažení 13 % obnovitelných zdrojů energie při výrobě elektřiny. V obou případech by tyto lhůty měly být splněny bez větších problémů.

## 2. Vládní politika

Za stanovení a plnění opatření na ochranu klimatu je zodpovědná v první řadě vláda, a to převážně prostřednictvím jednotlivých ministerstev. Klíčovou roli hraje **Ministerstvo životního prostředí (MŽP)**, které zastupuje ČR ve věcech výše zmíněných mezinárodních dohod, vypracovává národní plány a strategie, navrhuje zákony, vydává vlastní opatření a koordinuje konkrétní programy (např. zateplování domů).

V průběhu roku 2012 by měla být schválena Státní politika životního prostředí České republiky na léta 2012-2020,<sup>3</sup> která pojmenovává základní problémy a navrhuje jejich řešení. Jednou z jejích hlavních oblastí je i ochrana klimatu. Za nejvyšší prioritu autoři považují **zvýšení schopnosti adaptace na změnu klimatu**. Hlavním rizikem jsou podle nich výkyvy ve vodním režimu (sucha a povodně). ČR by se na ně měla připravovat především pomocí stabilizace vodního režimu a šetrnějšího využívání vodních zdrojů, udržitelného hospodaření s půdou a zavádění celé řady opatření v dopravě, energetice či lesnictví. Dalšími prioritami jsou pak **splnění jednotlivých cílů klimaticko-energetického balíčku EU**. K tomu by měla přispět např. podpora nízkoemisní nákladní dopravy, uzákonění uhlíkové daně,

3 Konečný návrh měl být představen MŽP v průběhu jara 2012, tedy po uzávěrce textu této publikace. Vychází me z verze označené jako „2. návrh“, která byla k dispozici na přelomu let 2011 a 2012.

zavedení energetických standardů pro spotřebiče a budovy, nebo snížení podílu uhlí a větší zastoupení obnovitelných zdrojů v energetickém mixu.

Taková opatření daleko přesahují problematiku ochrany životního prostředí. Vedle MŽP se na nich proto podílí také celá řada dalších ministerstev. Případnou uhlíkovou daň by muselo vypracovat Ministerstvo financí. Opatření v dopravě či zemědělství se bezprostředně dotýkají také zodpovědnosti příslušných rezortů. Podobným způsobem se kompetence překrývají téměř se všemi ministerstvy.

Vůbec nejčastějším protihráčem je pak **Ministerstvo průmyslu a obchodu** (MPO), které má na starosti klíčové otázky spojené s průmyslem a energetikou. Právě mezi MPO a MŽP také probíhají nejčastější spory, které jsou legitimní součástí demokratického vládnutí. Každé z ministerstev hájí své cíle, které mohou být jen velmi těžko smiřitelné, ale zároveň podložené pádnými argumenty na obou stranách. Zde si je třeba znovu uvědomit, že rozhodování o opatřeních na ochranu klimatu jsou politickou volbou a každé rozhodnutí má nevyhnutelně své výhody i náklady. Je tedy třeba kriticky zvažovat různé scénáře a často volit „méně špatná“ řešení.

#### K zamýšlení: „Dva paralelní vesmíry“?

Významný spor vypukl mezi Ministerstvem životního prostředí a Ministerstvem průmyslu a obchodu v roce 2009, kdy oba úřady představily své návrhy strategií pro budoucnost české energetiky a emisí skleníkových plynů.

MŽP ve své Politice ochrany klimatu prosazovalo ještě o něco ambicióznější cíle, než k jakým jsme se zavázali v rámci dohod EU. ČR by měla razantně omezovat spalování uhlí na úkor zemního plynu a obnovitelných zdrojů tak, abychom v roce 2050 dosáhli snížení emisí o 80-95 %. Dosloužení uhelných elektráren by mělo být využito k celkové přestavbě energetické a technologické základny české ekonomiky.

Aktualizovaná Státní energetická koncepce z pera MPO prosazovala především princip energetické soběstačnosti ČR a maximální možné nezávislosti na dodávkách. Té by mělo být dosaženo stavbou několika dalších jaderných elektráren a zařízení na výrobu jaderného paliva, prolomením územních limitů pro těžbu hnědého uhlí a další těžbou uranu. Obnovitelné zdroje MPO podporuje pouze v případě jejich konkurenceschopnosti. Pokles emisí v roce 2050 by měl být „jen“ 50 %.

Žádný z návrhů dosud nebyl vládou schválen. Současné vedení MŽP nicméně prosazuje je mnohem skromnější cíle, zatímco materiál z dílny MPO má velkou šanci na přijetí.

Zdroje: Politika ochrany klimatu v České republice: Návrh Ministerstva životního prostředí (2009). Aktualizace Státní energetické koncepce České republiky (2010). Euractiv.cz (2010). MPO a MŽP: dva paralelní vesmíry.

### 3. Místní úroveň: Města a obce

Opatření ochrany klimatu však nemusí být jen záležitostí vysoké politiky. Právě naopak – do snižování emisí či zvyšování energetické účinnosti se mohou zapojovat firmy, domácnosti i jedinci. Na evropské i celosvětové úrovni jsou v posledních letech velmi aktivní města, která se za účelem spolupráce sdružují do mezinárodních sítí.

Nejvýznamnější z nich je v současnosti Úmluva starostů a primátorů, k níž se k počátku roku 2012 přidalo již více než 3 400 měst, z valné většiny evropských. Úmluva navazuje na klimaticko-energetický balíček EU a jejím hlavním cílem je snižování emisí na místní úrovni. Spolupráce má podobu sdílení zkušeností, ale i přímé finanční podpory z prostředků EU. V České republice však Úmluva zatím příliš neuspěla. Svůj podpis přidali jen Jeseník a Ostrava, několik dalších o něm uvažuje. Středoevropské země jsou sice vůči této iniciativě celkově skeptičtější, ale na Slovensku najdeme již šest členů, v Maďarsku pnáct a v Polsku téměř třicet.

## III. IV. VEŘEJNÁ DISKUZE O ZMĚNĚ KLIMATU

Již několikrát jsme zmiňovali, že změna klimatu je také problémem politickým a společenským. O opatřeních na ochranu klimatu či přízpusobení se jejím dopadům rozhodují především politici – členové vlády, poslanci, senátoři atd. Ti samozřejmě nejsou experty v oblasti klimatu a jeho změny. Zároveň však mají jasný mandát vzešlý z demokratických voleb a proto jsou jediní, kdo může tato rozhodnutí činit. Jak jsme si již řekli, rozhodování není černobílé a ochrana klimatu se při něm často ocitá na pomyslných vahách s dalšími otázkami. Není tedy divu, že existuje celá řada různých názorů a postojů. V poslední části si tedy načrtne obrysy veřejné debaty v České republice.

### 1. Veřejné mínění

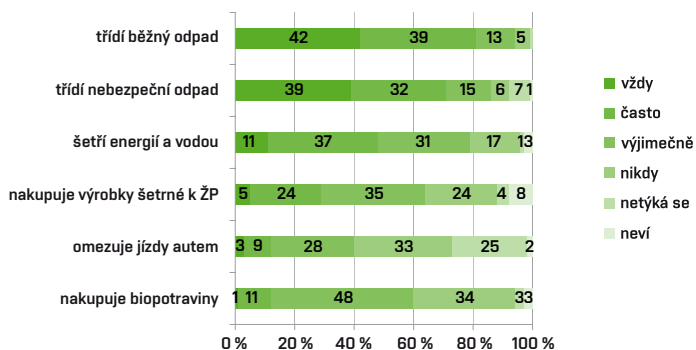
Názory české veřejnosti na změnu klimatu nejsou zásadně odlišné od evropského průměru, což potvrzují výzkumy dvou na sobě nezávislých zdrojů.<sup>4</sup> Uvědomělost ve vztahu k životnímu prostředí je v ČR samozřejmě stále daleko např. za skandinávskými státy, Německem či Španělskem. Rozhodně ale neplatí, že bychom byli výraznými „klimaskeptiky“. V Evropské unii jsme ve většině otázek mírně pod průměrem, v čemž se nijak nelišíme od ostatních postkomunistických států střední a východní Evropy.

4 Vycházíme z celoevropského průzkumu Eurobarometr, jehož zvláštní vydání o klimatické změně zkoumalo postoje více než 1 000 respondentů v ČR (sběr dat proběhl v červnu 2011), a několika starších průzkumů Centra pro výzkum veřejného mínění Akademie věd ČR (CVVM).

Změnu klimatu Češi jednoznačně považují za významný globální problém – k tomuto tvrzení se přiklání více než čtyři pětiny obyvatel. Jen 16 % jej však řadí na první místo, zatímco průměr EU je 20 %. Kromě chudoby, která dominuje i celoevropskému žebříčku, jsou pro Čechy závažnějšími tématy třeba ekonomická situace, mezinárodní terorismus nebo pandemie nakažlivých nemocí.

Češi zaostávají ve vlastní aktivitě. Jen 45 % uvádí, že v posledním půlroce přispěli k ochraně klimatu. Průměr EU je 53 %, první Švédsko pak hlásí dokonce 75 %. Tuto skutečnost můžeme chápat v souvislosti s tím, že jen 19 % české veřejnosti souhlasí s tím, že za boj proti změně klimatu nese odpovědnost každý jedinec. Tato hodnota se příliš neliší od evropského průměru (21 %), ale třeba právě ve Švédsku činí celých 45 %.

### Ekologické chování domácností ČR

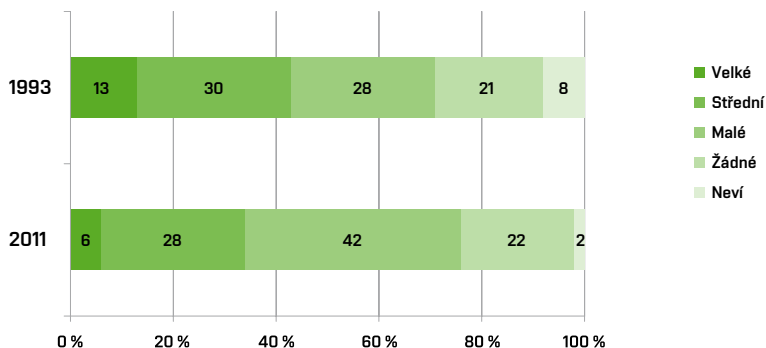


Zdrojová data: CVVM (2008)

Česká veřejnost má také poměrně pozitivní přístup k jaderné energii. To je důležité, protože právě jádro může být jedním z nástrojů jak dosáhnout razantního omezení emisí. O jeho „čistotu“ jakožto energetického zdroje se však vedou zásadní spory. Zatímco v sousedním Německu vedla havárie jaderné elektrárny v japonské Fukušimě k rozhodnutí o postupném odstavení všech jaderných zařízení, Češi zůstávají víceméně klidní. Jak vyplývá z průzkumu uskutečněného těsně po nehodě, dvě třetiny obyvatel mají jen malé nebo žádné obavy. Postoj k jádru je navíc příznivější než před dvaceti lety, i když třetina respondentů by zvažovala odstěhování v případě stavby elektrárny v okruhu 20-30 km od jejich bydliště.



## Obavy z používání jaderné energie v ČR



Zdrojová data: CVVM (2011)

### 2. Politická scéna

Změna klimatu nepatří v české politice mezi hlavní, ale ani příliš sporná témata. V tomto ohledu ČR opět není žádnou výjimkou, naopak spíše kopíruje širší trendy střední a východní Evropy. Důvodů najdeme hned několik.

V českém parlamentu není od krátkého angažmá **Strany zelených** v letech 2006-2010 žádná politická síla, pro kterou by životní prostředí bylo hlavním tématem, skrze které by se vymezovala vůči ostatním a přispívala by tak k jeho zviditelnění. Absence environmentálně zaměřených stran v postkomunistické Evropě tak zřejmě potvrzuje politologickou teorii, že se tyto síly mohou prosadit pouze v ekonomicky nejvyspělejších společnostech. Zelení mají skutečně nejsilnější pozice právě ve Skandinávii, Německu, Rakousku či Nizozemsku.

Druhým faktorem je skutečnost, že postoje současných parlamentních stran se od sebe radikálně neliší a přebírají pozice typické pro hlavní evropský proud umírněné levice a pravice. Mediálně vděčné přestřelky např. mezi představiteli Strany zelených a Václavem Klausem či lidmi z jeho okolí jsou tak spíše okrajovým fenoménem bez většího politického významu. Téma bylo také odsunuto dále do pozadí krátkodobě palčivějšími problémy ekonomické krize.

Ve volebních programech z roku 2010 je klima pojímáno převážně optikou dopadů na ČR, zejména pak ekonomiku a energetiku. **Sociální demokraté** se hlásí k principu ekologického sociálně tržního hospodářství, kolem

něž je postavena velká část ideologie současné evropské levice. Změnu klimatu zároveň pojmají i jako bezpečnostní hrozbu, v této souvislosti zmiňují třeba povodně. ČR by podle nich měla usilovat o vybudování nízkouhlíkové ekonomiky, postavené na kombinaci jádra a obnovitelných zdrojů. ČSSD prosazuje přímé uzákonění snižování emisí.

Podobnou pozici prosazuje také **TOP09**, která rovněž vidí omezování skleníkových plynů jako ekonomickou příležitost, ne hrozbu, a chápe klimatickou politiku v evropském a celosvětovém kontextu. Postoje TOP09 tak poměrně věrně odráží evropský pravý střed.

Mírně se liší přístup **ODS**, která jako hlavní princip vytyčuje ekonomickou racionalitu a chápe klima zejména v kontextu hospodářské a energetické problematiky. Česká republika nemá podle občanských demokratů šanci změnu klimatu příliš ovlivnit. Program proto upřednostňuje adaptaci, zvyšování energetické účinnosti a omezení plýtvání. V části strany rezonují radikální názory Václava Klause, avšak bez zásadního vlivu na oficiální pozici.

Programy **KSČM** a **Věcí veřejných** se tématem prakticky nezabývají.

Všechny parlamentní strany také počítají s jádrem jako důležitým (pokud ne přímo nejzásadnějším) pilířem českého energetického mixu. Ke stavbě dalších uhelných elektráren se staví odmítavě, ale s výjimkou Věcí veřejných si nechávají otevřené dveře k prolomení těžebních limitů uhlí.

#### K zamyšlení: Klima a politické strany

Takto hodnotí klimatické programy českých politických stran institut Glopolis, nezávislá instituce, která je nicméně personálně a programově blízká Straně zelených (úryvek):

„Četná vyjádření o podpoře nízkouhlíkových technologií a snižování emisí skleníkových plynů, která prostupují zejména energetickými programy, nejsou vždy dokladem prioritního zájmu o změny podnebí na české politické scéně. Strany se nepouští do hlubších debat o potřebě jim předcházet, ani se na ně adaptovat v globálním měřítku. Nízkouhlíkové či bezemisní technologie si získávají pozornost politických stran bez výraznější vazby na hrozící dopady klimatických změn, neřkuli dopady v chudých zemích. Přím hrají energetická bezpečnost a efektivnost české ekonomiky v globální soutěži.“

Zdroj: Glopolis (2010). Kdo hledí za plot české zahrádky: Analýza globální agendy v osmi stranických programech pro volby 2010.

### 3. Environmentální organizace

Nepřehlédnutelným aktérem veřejné debaty jsou zástupci environmentálních organizací z nevládního sektoru. Klima patří mezi nejdůležitější témata většiny významnějších sdružení v oboru ochrany životního prostředí, která se také spojila na platformě **Klimatické koalice**. Tu dnes tvoří 11 členských a 4 přidružené organizace.

Nevládní organizace provozují řadu velice různorodých aktivit. Jejich společným cílem je ovlivňovat politiky i společnost tak, aby bylo dosaženo větší ochrany klimatu. Prostředky, kterými o to usilují, se často liší. Jejich aktivity tak sahají od přímého kontaktování politiků a lobbyingu, přes pořádání veřejných kampaní a vytváření tlaku na novináře, až po výzkumnou a vzdělávací činnost. **Hnutí Duha** na svých stránkách výstižně uvádí následující: „Umíme si vybrat, který přístup je v daný okamžik nejúčinnější. Někdy je lepší lobbovat v zákulisí – jindy předat skandální informace televiznímu zpravodajství.“

#### K zamyšlení: Cíle Klimatické koalice

„Pokud se státy jako Čína nebo Indie mají připojit k mezinárodnímu společenství, země s vysokými emisemi na jednoho obyvatele musí jít příkladem. Česká republika a další proto musí podniknout domácí kroky.“

Česká legislativa by měla stanovit dlouhodobý koncept postupného snižování emisí, krok za krokem. Není to samoúčelné. Umožní totiž podnikům plánovat dlouhodobé investice, a rozhybe tak čisté technologie. Dobrým vzorem může být rámcový zákon, který – se širokou podporou opozice, odborů, průmyslu a ekologických i humanitárních organizací – připravuje britská vláda.

(...)

Rozumný cíl přitom nemůže počítat s vyřešením problému během jednoho, dvou nebo tří desetiletí. Snižování emisí musí začít prakticky ihned, ale mělo by být rozloženo přinejmenším do roku 2050.“

Zdroj: Klimatická koalice. Stanovisko českých ekologických organizací k odborné debatě o globálních změnách podnebí (úryvek).

Volbou viditelných a kontroverzních metod, často na hraně zákona, je proslulé hnutí **Greenpeace**. Jeho česká pobočka si získala pozornost svými opakovanými protesty proti energetické společnosti ČEZ. Nejznámějšími akce- mi bylo např. obsazení věže elektrárny Pruněrov nebo nahrazování státní

vлакky standartou ČEZ na střeše Úřadu vlády. Hnutí také využívá prostředky recese a parodie. V roce 2009 Greenpeace připravilo fiktivní vydání mezinárodního deníku International Herald Tribune, v němž si Václav Klaus ve smyšleném rozhovoru pochvaloval důsledky oteplení – v Česku by se mohla objevit přímořská letoviska a luxusní pláže.

#### K zamyšlení: Stanovisko Greenpeace k akci na střeše Úřadu vlády

„Jan Rovenský, vedoucí klimatické a energetické kampaně Greenpeace ČR dnešní akci ze střechy Úřadu vlády komentoval následovně: ‚Doufáme, že zásluhy pana premiéra Fischera na ovládnutí MŽP legionáři Romanova impéria (Emporium Romanum)[narážka na jméno Martina Romana, tehdejšího ředitele ČEZ, pozn. aut.] nezůstanou zapomenuty. Bez jeho aktivní účasti by se to nikdy nepodařilo‘ a doplnil: ‚Pokud jste to dosud nezaznamenali, tato země se stále více stává ČEZkou republikou.‘“

Zdroj: Greenpeace (2010). Vítejte v České republice - aktivisté Greenpeace opět na střeše Úřadu vlády ČR.

Jiné organizace volí klidnější a konzervativnější metody. **Centrum pro dopravu a energetiku** se věnuje monitoringu, předkládání vlastních odborných alternativ, vzdělávání a mezinárodní spolupráci. **Ekologický institut Veronica** se zaměřuje především na výzkum, publikační činnost a vzdělávání a představil např. komplexní e-learningový projekt o změně klimatu. **Ekologický právní servis** poskytuje zdarma právní služby a analýzy ve prospěch životního prostředí.

#### 4. Klimatičtí skeptici

Jak jsme již ilustrovali v sekci o veřejném mínění, nelze se domnívat, že by Češi byli vůči změně klimatu, vlivu člověka na její průběh či navrhovaným opatřením významně podezřívavější než obyvatelé srovnatelných států. Tzv. **klimatický skepticismus** je ve významné menšině také mezi českými vědci a intelektuály. Specifikem ČR je ovšem osoba prezidenta **Václava Klause**, který patří mezi nejvýznamnější představitele tohoto proudu na světě. Jen stěží bychom hledali jinou hlavu státu s takto vyhraněným postojem.

Vágní a nepřesná nálepka klimatického skepticismu pod sebe zahrnuje celou řadu postojů, a to vědeckých i politických. Jistě, najdeme zde i skutečně extrémní názory, popírající samotný fakt, že se Země otepluje, či hovořící o světovém spiknutí stojícím za IPCC. Většina autorů ovšem přináší poněkud odlišné argumenty, nad nimiž neškodí se bez předsudků zamyslet – vyslechnout bychom pak samozřejmě měli i protireakci hlavního proudu.

Prvním z nich je obvinění, že vědci, politici i novináři nekriticky upřednostňují dominantní vysvětlení a nedávají dostatek prostoru těm, kteří s ním nesouhlasí, případně tyto hlasy přímo zesměšňují či diskreditují. Vzniká tak prostředí nepřátelské vůči skutečně otevřené a svobodné diskusi. Druhým bodem je upozorňování na vědecké nedostatky, např. ve studiích o vlivu člověka na klima. Třetím pak snaha prezentovat politické alternativy, tedy např. upřednostnění adaptace před bojem proti emisím.

Od těchto bodů se také odráží věcná logika argumentace Václava Klause, přestože ji dále znehodnocují ideologické stereotypy – tedy věc, kterou sám Klaus (často oprávněně) kritizuje na svých oponentech. Klaus nepopírá, že se Země otepluje, ale odmítá uznat vliv člověka za prokázaný. S hlavním proudem současné klimatologie nesouhlasí také někteří čeští vědci, např. pedolog Miroslav Kutílek, geolog Karel Drábek nebo fyzik Luboš Motl.

#### K zamyšlení: Václav Klaus o změně klimatu a environmentalismu

„Jestliže přijmeme globální oteplování jako reálně existující jev, domnívám se, že bychom se jím měli zabývat úplně jiným způsobem. Místo beznadějných pokusů proti němu bojovat, bychom se měli připravit na jeho důsledky. Jestliže se atmosféra otepluje, nemá to jen výlučně negativní dopady. Zatímco některé pouště se mohou rozšiřovat a některé břehy oceánů mohou být zaplaveny vodou, ohromné části Země – dosud neobydlené kvůli drsnému, studenému klimatu – by se mohly stát úrodnými oblastmi, kde budou moci žít milióny lidí. Je také důležité si uvědomit, že žádná planetární změna nenastává přes noc.“

(...)

„Jako někdo, kdo prožil většinu svého života v komunismu, se cítím povinen říci, že největší hrozbou pro svobodu, demokracii, tržní ekonomiku a prosperitu na počátku 21. století není komunismus nebo jeho různé měkčí varianty. Komunismus byl nahrazen hrozbou ambiciózního environmentalismu. Tato ideologie hlásá, že jí jde o ochranu Země a přírody, a pod tímto sloganem – podobně jako kdysi marxisté – chce nahradit svobodný a spontánní vývoj lidstva určitým druhem centrálního (nyní globálního) plánování celého světa.“

Zdroj: Klaus, V. (2007). Prezident odpověděl americkému Kongresu.

## OTÁZKY

1. Jak by dopady změny klimatu mohly bezprostředně postihnout Českou republiku?
2. Jaké důsledky by to mohlo přinést pro ekonomickou, společenskou a bezpečnostní situaci ČR?
3. Proč ČR patří mezi největší původce emisí skleníkových plynů na obyvatele v Evropě? Vysvětlete.
4. Jaké jsou hlavní možnosti, jak docílit snižování emisí skleníkových plynů v ČR? Vysvětlete spory, které provázejí jednotlivé varianty.
5. Čím argumentují tzv. klimatičtí skeptici? Jaká je jejich pozice v ČR?

## DOPLŇUJÍCÍ A ROZŠIŘUJÍCÍ MATERIÁLY

a) v českém jazyce

**Klimaskeptik.cz.** Online: <http://www.klimaskeptik.cz>

*Nejpřehlednější stránky věnované klimatickému skepticizmu v ČR.*

**Klimatická koalice.** Online: <http://www.zmenaklimatu.cz>

*Portál sdružení českých nevládních organizací. Ideální brána do světa aktivismu a neziskovek.*

**Kubát, M. (2007).** Dopad klimatických změn na hydrologický režim v ČR.

Online: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/partneri/katastrofy/kubat1607.pdf>

*Prezentace hodnotící průběh hydrologického režimu ČR v posledních desetiletích a jeho další výhled.*

**Labohý, J. (2011).** Města a ochrana klimatu: Úmluva starostů a primátorů.

Brno: ZO ČSOP Veronica. Online: [http://www.veronica.cz/dokumenty/LA-BOHY\\_mesta\\_a\\_ochrana\\_klimatu.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/LA-BOHY_mesta_a_ochrana_klimatu.pdf)

*Stručná příručka k Úmluvě starostů a primátorů. Přináší zajímavé konkrétní příklady z evropských měst.*

McKinsey&Company (2008). Náklady a potenciál snižování emisí skleníkových plynů v České republice. Online: [http://www.mckinsey.com/locations/prague/work/probono/Report\\_czech\\_version.pdf](http://www.mckinsey.com/locations/prague/work/probono/Report_czech_version.pdf)

**Čtivá analýza nezávislé konzultantské společnosti, která staví snižování emisí do ekonomického kontextu.**

Ministerstvo životního prostředí. Klimaticko-energetický balíček. Online: [http://www.mzp.cz/cz/klimaticko\\_energeticky\\_balicek](http://www.mzp.cz/cz/klimaticko_energeticky_balicek)

**Stránka MŽP ke klimaticko-energetickému balíčku EU. Obsahuje odkazy na materiály Evropské unie.**

Pretel, J. a kol. (2011). Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opatření, TECHNICKÉ SHRNUTÍ VÝSLEDKŮ PROJEKTU v letech 2007–2011. [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav\\_TECHNICKE\\_SHRNUTI\\_2011.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav_TECHNICKE_SHRNUTI_2011.pdf)

**Obsáhle shrnutí aktuálních scénářů dopadů změny klimatu na ČR.**

Stejskal, L. (2011). Nebezpečnost klimatických změn. Hospodářské noviny, 20.5. Online: <http://ceses.cuni.cz/CESES-65-version1-klima.htm>

**Krátký komentář hodnotící bezpečnostní dopady změny klimatu na ČR.**

b) v anglickém jazyce

Eurobarometer 372: Climate Change (2011). Online: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_372\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_372_en.pdf)

**Zvláštní vydání celoevropského průzkumu Eurobarometr ke změnám klimatu. Jedná se nejobsáhlejší průzkum veřejného mínění na dané téma. Obsahuje zajímavé a přehledné grafy, vhodné zejména pro zasazení ČR do evropského kontextu.**

European Environment Agency (2011). Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011 - Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets. Online: [http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2011/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2011/at_download/file)

**Zpráva Evropské agentury pro životní prostředí, která přehledně shrnuje stav emisí skleníkových plynů členských států EU (včetně ČR). Obsahuje řadu užitečných a zajímavých grafů.**

## Aktivity

### 1. Naše město a ochrana klimatu

Příprava: 2-3 týdny předem

Vlastní aktivita: 10 min. prezentace, 10 min. diskuze

Počet studentů: 3-6 prezentujících

Zjistěte, jaký je postoj představitelů vašeho města k ochraně klimatu. Jsou tyto aktivity součástí plánování města? Uvažují jeho představitelé o zapojení do Úmluvy starostů a primátorů či jiné obdobné sítě (např. EnergyCities apod.)? Pokud ne, proč? Prozkoumejte oficiální materiály vašeho města (radniční zpravodaj, webové stránky) a domluvte si schůzku na odboru životního prostředí. Připravte si pro své spolužáky desetiminutovou prezentaci vašich zjištění. Pokud jsou ve třídě studenti z různých měst, je možné připravit několik prezentací a porovnat výsledky.

### 2. Průzkum názorů ve vaší třídě

Příprava: 1 týden předem

Vlastní aktivita: 10 min. prezentace, 10 min. diskuze

Počet studentů: 3-5 prezentujících (lze přizpůsobit dle počtu otázek)

Uspořádejte si drobný průzkum názorů na vaší škole či ve vaší třídě. Položte několik otázek týkajících se změny klimatu, ekologického chování domácností a vztahu k jaderné energii a porovnejte je s výzkumy veřejného mínění. U výběru otázek se můžete inspirovat v průzkumech Centra pro výzkum veřejného mínění, které zde přebíráme i my (odkazy najdete v seznamu literatury). Doporučujeme následujících pět otázek, dotazník však můžete libovolně upravovat a přizpůsobovat. Výsledky představte s použitím grafů.

- Jak byste hodnotil tyto jevy? a) úbytek tropických deštných pralesů, b) znečištění zdrojů pitné vody - jezer, podzemní vody, c) hromadění odpadů, d) provoz jaderných elektráren, e) znečišťování, znehodnocování zemědělské půdy, f) úbytek rostlinných a živočišných druhů, g) globální oteplování, h) nedostatek pitné vody, i) vyčerpávání zdrojů surovin.

**Možnosti odpovědí:** „velmi závažný problém“, „dosti závažný problém“, „méně závažný problém“, „není to vůbec problém“.

- Pokud jde o Vaši domácnost... a) odevzdáváte, třídíte nebezpečný odpad, b) třídíte běžný odpad, c) nakupujete biopotraviny, d) řídíte se při nákupu výrobků (např. pracích prášků) tím, zda jsou šetrné k životnímu prostředí, e) omezujete jízdy autem z důvodu ochrany životního prostředí, f) šetříte energiemi a vodou z důvodu ochrany životního prostředí?

**Možnosti odpovědí:** „vždy“, „často“, „výjimečně“, „nikdy“, „netýká se“, „nevím“

- V posledních pěti letech jste: a) podepsal petici týkající se životního prostředí, b)



dal peníze na podporu nějaké skupiny, hnutí, které se zabývá ochranou životního prostředí, c) zúčastnil se protestu nebo demonstrace, které se týkaly životního prostředí, d) zúčastnil se aktivit na ochranu přírody - např. brigády, obnovy zeleně, e) snažil se ovlivnit (např. dopisem, účastí na jednání zastupitelstva) rozhodování úřadů ve prospěch životního prostředí?.

**Možnosti odpovědí: „ano“, „ne“, „nevím“**

- Pocítujete Vy sám obavy z používání jaderné energie u nás?  
**Možnosti odpovědí: „velké obavy“, „střední obavy“, „malé obavy“, „žádné obavy“, „nevím“**
- Jak byste se zachoval, pokud by ve vzdálenosti 20 až 30 km od Vašeho bydliště byla uvedena do provozu jaderná elektrárna?  
**Možnosti: „určitě bych zůstal na stejném místě“, „asi bych zůstal na stejném místě“, „asi bych se odstěhoval“, „určitě bych se odstěhoval“**

Zdroj otázek: Centrum pro výzkum veřejného mínění (2007, 2008, 2011).

### 3. Změna klimatu a veřejné mínění v ČR a v Evropě

**Příprava: 1 týden předem**

**Vlastní aktivita: 10-15 min. prezentace, 5 min. diskuze**

**Počet studentů: 3-5 prezentujících (podle počtu zemí)**

Na základě šetření Eurobarometer z roku 2011 (dostupné v angličtině: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_372\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_372_en.pdf)) porovnejte výsledky veřejného mínění v ČR a srovnatelně velkých státech EU (navrhujeme Belgie, Bulharsko, Švédsko a Portugalsko). Výsledky své práce představte třídě s pomocí grafů. Popište zásadní rozdíly a pokuste se vysvětlit jejich příčiny.

### 4. Co říkají klimatičtí skeptikové?

**Příprava: 1 týden předem**

**Vlastní aktivita: 15 min. prezentace, 15 min. diskuze**

**Počet studentů: 9-12 prezentujících**

Přečtěte si samostatně odpovědi Václava Klause čtenářům FinancialTimes (dostupné v češtině, <http://www.klaus.cz/clanky/1777>) a Vědecký průvodce skepticismem vůči globálnímu oteplování od Johna Cooka (v češtině, [http://www.skepticalscience.com/docs/Guide\\_Skepticism\\_Czech.pdf](http://www.skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Czech.pdf)). Sestavte tři skupiny po třech až čtyřech studentech. První z nich na základě četby nestranně shrne hlavní argumenty obou stran. Další dvě skupiny se přemění v klimaskeptiky a jejich kritiky a pokusí se přesvědčit ostatní, proč právě jejich strana má pravdu. Každá z prezentací by měla trvat zhruba pět minut. Následovat by měla diskuze, kde se zbytek třídy zapojí a bude přidávat vlastní názory k tě či oné straně.

## Slovníček pojmů

**Adaptace** je souhrn opatření, jejichž cílem není proti změně klimatu bojovat, ale připravit se na její dopady.

**Albedo** je poměr slunečního záření, které na Zemi dopadá a odráží se od ní.

**Antropogenní vlivy** označují změny způsobené lidskou činností. Nejznámějším příkladem jsou emise skleníkových plynů.

**Biomasa** je soubor látek tvořících těla všech organismů – rostlin, bakterií, sinic, hub i živočichů.

**CCS** neboli Carbon Capture and Storage je technologie, která zachycuje oxid uhličitý u uhelných elektráren a následně jej ukládá např. zpátky pod zem. Zabraňuje tím úniku skleníkových plynů do ovzduší.

**Citlivost klimatu** popisuje mohutnost změny klimatu (respektive jeho průměrné teploty) pro dané množství radiačního působení. Vyjadřuje se např. jako změna teploty, ke které dojde při znásobení koncentrace  $\text{CO}_2$ .

**Ekvivalent  $\text{CO}_2$**  je jednotka, která vyjadřuje, kolik tun oxidu uhličitého by mělo stejný vliv na skleníkový efekt jako jedna tuna jiného skleníkového plynu. Jedna tuna metanu má tak např. mnohem větší vliv než jedna tuna oxidu uhličitého (konkrétně 23x), a může tak být vyjádřena jako 23  $\text{CO}_2\text{eq}$ .

**Emisní povolenky** jsou označením pro obchodovatelné množství skleníkových plynů, které může stát či podnik vypustit bez dalších sankcí. Skleníkové plyny se tak stávají obchodovatelnou komoditou. Nejznámějším příkladem tohoto mechanismu je systém emisních povolenek v Evropské unii.

**Energetická bilance** Země je poměr vyzařované a přijímané energie. Směřuje vždy k rovnovážnému stavu.

**Energetická účinnost** je procentuální podíl výkonu a příkonu, tedy využití a vložené energie.

**Energetická intenzita** měří energetickou účinnost ekonomiky státu. Uvádí se v množství spotřebované energie na jednotku HDP. Vysoká intenzita značí

vysoké požadavky na spotřebu energie pro ekonomický růst.

**Energetický mix** označuje podíl jednotlivých zdrojů (fosilní paliva, jádro, obnovitelné zdroje apod.) na celkové výrobě energie konkrétního státu. Udává se v procentech.

**Flexibilní mechanismy** jsou ekonomické nástroje zavedené do praxe Kjótským protokolem, které mají usnadnit snižování emisí. Jejich hlavní myšlenkou je, že je levnější a efektivnější snižovat emise tam, kde to jde snadno. Řadíme sem obchodování s emisními povolenkami, mechanismus čistého rozvoje a společně realizované projekty.

**Glaciál** je odborné označení pro dobu ledovou. Poslední glaciál skončil zhruba před 11 tis. lety.

**Interglaciál** označuje dobu meziledovou, tedy teplejší období.

**Kjótský protokol** byl přijat v rámci OSN roku 1997. Poprvé jím byly stanoveny závazné limity redukce emisí skleníkových plynů. Každý rozvinutý stát, který ke smlouvě přistoupil, dostal závazný cíl dosáhnout v období 2008 až 2012 určité úrovně emisí vůči výchozímu roku 1990 (jedná se o celkový objem emisí skleníkových plynů přepočítaných na ekvivalent CO<sub>2</sub>). Tato úroveň se pohybovala mezi -8 až +10%. Celkem mělo být dosaženo celkového 5,2 % snížení u vyspělých států.

**Klima** (či podnebí) je obvyklým dlouhodobým průběhem počasí neboli atmosférického režimu v širší geografické oblasti. To znamená, že je jakýmsi „průměrným“ počasím.

**Klimaticko-energetický balíček EU** je dohoda Evropské unie z roku 2007, jejíž podstatou jsou tzv. cíle 20-20-20. Státy Unie se zavázaly do roku 2020 omezit své emise o 20 % (oproti 1990), dosáhnout 20 % podílu obnovitelných zdrojů na celkové spotřebě energie a zvýšit svou energetickou účinnost o 20 %. Tyto mety platí pro EU jako celek, pro jednotlivé státy byly vypracovány dílčí národní cíle.

**Klimatický skepticismus** je vědecký a politický proud, který zpochybňuje např. dominantní teorie o vlivu člověka na klima či prospěšnosti boje za snižování emisí. Většinou nepopírá, že se Země otepluje, ale je velmi kritický vůči IPCC.

**Klimatologie** je věda o podnebí. Zabývá se dlouhodobými účinky a podobou meteorologických procesů.

**Kondenzační jádra** jsou drobné aerosolové částice v atmosféře, které pomáhají přeměně vodní páry ve vodu.

**Malá doba ledová** je označení pro chladnější období mezi 16. a 19. stoletím. Některé zdroje uvádějí jako její začátek již 14. století.

**Meteorologie** je věda zabývající se atmosférou. Studuje její chování a vlastnosti – od složení, přes tvorbu oblaků až po akustické jevy.

**Mezivládní panel pro změnu klimatu (IPCC)** je širokým seskupením vědců z nejrůznějších oborů, kteří pod záštitou OSN zkoumají klima jako takové a vzájemný vliv člověka a klimatu. V současné době sdružuje stovky vědců z více jak 120 zemí. Své závěry vydává jednou za několik let v podobě zpráv. Zatím poslední, čtvrtá hodnotící zpráva vyšla v roce 2007.

**Milankovičovy cykly** trvají 21-96 tis. let a popisují změny sklonu zemské osy, změnu výstřednosti eliptické dráhy, po níž Země obíhá, a speciální krouživý pohyb zemské osy. Tyto cykly ovlivňují množství energie, kterou Země přijímá od Slunce.

**Mitigace** označuje přístup, jehož cílem je změnu klimatu omezit, a to především prostřednictvím snížení emisí skleníkových plynů či navýšení kapacit pro jejich pohlcování.

**Obnovitelné zdroje energie** jsou takové zdroje energie, které mají schopnost se plně nebo částečně obnovovat (vítr, sluneční záření, vodní proud apod.)

**Počasí** je momentálním (krátkodobým) stavem atmosféry v daném místě. Zahrnuje např. teplotu vzduchu, rychlost a směr větru, srážky nebo oblačnost.

**Radiační vliv** je vlastností skleníkových plynů. Čím vyšší je radiační vliv plynu, tím více plyn ovlivňuje energetickou bilanci atmosféry v přepočtu na jednotku hmotnosti.

**Rámcová úmluva OSN o změně klimatu** je základní dohodou OSN o ochraně klimatu. Byla podepsána na konferenci OSN v Rio de Janeiru v roce 1992.

Smlouva vstoupila v platnost v roce 1994 a do roku 2011 ji podepsalo 194 zemí. Jejím cílem je stabilizovat koncentraci skleníkových plynů v atmosféře na takové úrovni, která zabrání nebezpečnému narušení klimatického systému.

**Sluneční cykly** jsou pravidelné výkyvy sluneční aktivity, při kterých se periodicky snižuje a zvyšuje úroveň ozáření Země.

**Skleníkové plyny** jsou takové plyny, které pohlcují tepelné infračervené záření a přispívají tak k ohřevu atmosféry. Patří mezi ně vodní pára, která má na skleníkovém efektu největší podíl, dále pak oxid uhličitý ( $\text{CO}_2$ ), metan ( $\text{CH}_4$ ), oxid dusný ( $\text{N}_2\text{O}$ ), troposférický (přízemní) ozon ( $\text{O}_3$ ) a tzv. nové plyny, což jsou skupiny perfluorovaných, hydrogenfluorovaných a chlorofluorovaných uhlovodíků (označovaných zkratkami HFC, PFC, CFC).

**Skleníkový efekt** je fyzikální jev. Atmosféra přispívá ke zvyšování teploty Země tím, že plyny v ní obsažené umožňují průchod slunečního záření, ale zároveň zachycují tepelné záření odražené od zemského povrchu, čímž zabraňují okamžitému úniku tepla zpět do vesmíru. Bez skleníkového efektu by byla průměrná teplota na Zemi podstatně nižší, přibližně  $-18^\circ\text{C}$ .

**Sternova zpráva** je analýza ekonomických dopadů změny klimatu, kterou si v roce 2006 nechala vypracovat britská vláda. Jejím celkovým hlavním závěrem je, že ignorovat změny je dražší, než je omezit.

**Středověké teplé období** (9. – 15. stol.) vykazovalo v některých oblastech teplotu o 1 až 2 stupně vyšší než v dalších stoletích, v některých místech dokonce vyšší než dnes. Z celosvětového hlediska však dlouhodobě nebyly teploty vyšší než v druhé polovině 20. století.

**Uhlíkový cyklus** se skládá z koloběhu uhlíku mezi atmosférou, oceány a půdou. Uhlík existuje v různých formách. V atmosféře má nejčastěji podobu oxidu uhličitého ( $\text{CO}_2$ ), v půdě se zase objevuje v organických sloučeninách.

**Změna klimatu** je dlouhodobou proměnou průměrných vlastností klimatu, která je způsobena změnou poměru přijímané a vyzařované energie ze slunečního záření. Nejjednodušeji se měnící klima popisuje pomocí průměrné teploty na Zemi, resp. jejího rozdílu.

## Bibliografie

Akce EU proti změně klimatu: Systém EU pro obchodování s emisemi (2009).

Online: [http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/ets\\_cs.pdf](http://ec.europa.eu/clima/publications/docs/ets_cs.pdf)

Allison I. et al. (2010). Kodaňská diagnóza: zpráva světa o nových poznatcích klimatologie. Brno: ZO ČSOP Veronica. Online: [http://www.veronica.cz/dokumenty/kodanska\\_diagnoza.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/kodanska_diagnoza.pdf)

Archer, D. (2007). Global Warming: Understanding the Forecast. Oxford: Blackwell-Publishing.

Bezpečnostní strategie České republiky (2011). Online: [http://www.mzv.cz/file/699914/Bezpecnostni\\_strategie\\_CR\\_2011.pdf](http://www.mzv.cz/file/699914/Bezpecnostni_strategie_CR_2011.pdf)

Binhack, P. (2011). Agenda „20-20-20“: Na cestě k jednotnému energetickému trhu. Asociace pro mezinárodní otázky. Online: [http://www.amo.cz/download.php?group=produkty1\\_soubory&id=396](http://www.amo.cz/download.php?group=produkty1_soubory&id=396)

Braniš, M.; Hůnová I. (2009). Atmosféra a klima. Aktuální otázky znečištění ovzduší. Praha: Karolinum.

Bolin, B (2007). A History of the Science and Politics of Climate Change. Cambridge: Cambridge University Press.

Businessinfo.cz (2009). Evropská politika ochrany životního prostředí. Online: <http://www.businessinfo.cz/cz/clanek/politiky-eu/evropska-politika-ochrany-zivotniho/1000521/4271/>

Carbon Footprint of Nations. Online: <http://www.carbonfootprintofnations.com/>

Centrum pro dopravu a energetiku. Online: <http://www.cde.ecn.cz>

Cílek, V. (1995). Milankovičovy cykly. Vesmír. Online: <http://www.vesmir.cz/clanek/milankovicovy-cykly>

ClimIps: Lesy a klimatická změna. Online: <http://www.climips.cz>

Cook, J. (2010). Vědecký průvodce skepticismem vůči globálnímu oteplování.

Online: [http://www.skepticalscience.com/docs/Guide\\_Skepticism\\_Czech.pdf](http://www.skepticalscience.com/docs/Guide_Skepticism_Czech.pdf)

Covenant of Mayors. Online: <http://www.eumayors.eu>

Centrum pro výzkum veřejného mínění (2002). Tisková zpráva: Názory obyvatel na příčiny povodní. Online: [http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100117s\\_OR21023.pdf](http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100117s_OR21023.pdf)

Centrum pro výzkum veřejného mínění (2007). Tisková zpráva: Životní prostředí a globální problémy očima české veřejnosti. Online: [http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100710s\\_oe70820.pdf](http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100710s_oe70820.pdf)

Centrum pro výzkum veřejného mínění (2008). Tisková zpráva: Jak chráníme životní prostředí? [http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100805s\\_oe80625b.pdf](http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/100805s_oe80625b.pdf)

Centrum pro výzkum veřejného mínění (2011). Tisková zpráva: Obavy českých obyvatel související s jadernou energetikou v kontextu havárie elektrárny Fukušima. Online: [http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/101154s\\_oe110524.pdf](http://www.cvvm.cas.cz/upl/zpravy/101154s_oe110524.pdf)

Česká strana sociálně demokratická (2010). Program změny a naděje. Online: [http://www.cssd.cz/soubory/ke-stazeni/volebni\\_program\\_velky.pdf](http://www.cssd.cz/soubory/ke-stazeni/volebni_program_velky.pdf)

Dawson, B., Spangnagle, M., (2009). The Complete Guide to Climate Change. Oxon: Routledge.

Dessler, A., Parson, E. (2010). The Science and Politics of Global Climate Change: A Guide to the Debate. Cambridge: Cambridge University Press.

Ekologický institut Veronica. Online: <http://www.veronica.cz>

Ekologický právní servis. Online: <http://eps.cz>

European Environment Agency. Climate Change. Online: <http://www.eea.europa.eu/themes/climate/>

European Environment Agency (2011). Greenhouse gas emission trends and projections in Europe 2011 - Tracking progress towards Kyoto and 2020 targets. Online: [http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2011/at\\_download/file](http://www.eea.europa.eu/publications/ghg-trends-and-projections-2011/at_download/file)

Euractiv.cz (2010). MPO a MŽP: dva paralelní vesmíry. Online: <http://www.euractiv.cz/energetika/clanek/mpo-a-mzp-dva-paralelni-vesmiry-006658>

Eurobarometer 372: ClimateChange (2011). Online: [http://ec.europa.eu/public\\_opinion/archives/ebs/ebs\\_372\\_en.pdf](http://ec.europa.eu/public_opinion/archives/ebs/ebs_372_en.pdf)

Glopolis (2010). Kdo hledí za plot české zahrádky: Analýza globální agendy v osmi stranických programech pro volby 2010. Online: <http://glopolis.org/cs/clanky/kdo-hledi-za-plot-ceske-zahradky/>

Greenpeace (2010). Vítejte v České republice – aktivisté Greenpeace opět na střeše Úřadu vlády ČR. Online: <http://www.greenpeace.org/czech/cz/news/vlajka-CEZ-na-vlade/>

Hardy, J. (2003). Climate Change: Causes, Effects, and Solutions. Chichester: Wiley.

Helm, D. a Hepburn, C (2009). The Economics and Politics of Climate Change. Oxford: Oxford University Press.

Herzog, Tim. (2005). World Greenhouse Gas Emissions in 2005. World Resources Institute. Working Paper. Online: [http://www.aqr.ee/Sustainability/Climate\\_Change/world\\_greenhouse\\_gas\\_emissions\\_2005.pdf](http://www.aqr.ee/Sustainability/Climate_Change/world_greenhouse_gas_emissions_2005.pdf)

Hnutí Duha. Naše práce. Online: <http://hnutiduha.cz/o-nas/nase-prace/>  
Hulme, M. (2009). WhyWeDisagreeaboutClimateChange. Cambridge: Cambridge University Press.

International Energy Agency. (2010). KeyWorldStatistic. Online: [http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key\\_stats\\_2010.pdf](http://www.iea.org/textbase/nppdf/free/2010/key_stats_2010.pdf)

International Energy Agency. (2011). CO<sub>2</sub> Emissions from Fuel Combustion: 2011 Highlights. Online: <http://www.iea.org/co2highlights/CO2highlights.pdf>

iHNed.cz (2009). Exkluzivní materiál: Takto si Greenpeace utahuje z Václava Klause, 18.6. Online: <http://zpravy.ihned.cz/c1-37490000-exkluzivni-material-takto-si-greenpeace-utahuje-z-vaclava-klause>

iHNed.cz (2012). Výsledky studie o změně klimatu v Česku: Vyhledky pro Česko jsou hodně horké, 10.1. Online: <http://hn.ihned.cz/c1-54386130-vyhledky-pro-cesko-jsou-hodne-horke>



IPCC (2007). Čtvrtá hodnotící zpráva - Summary. Online: [http://www.mzp.cz/cz/vedecke\\_poznatky](http://www.mzp.cz/cz/vedecke_poznatky)

Klaus, V. (2007). Česká verze odpovědí na otázky čtenářů FinancialTimes. Online: <http://www.klaus.cz/clanky/1777>

Klaus, V. (2007). Prezident odpověděl americkému Kongresu. Online: <http://www.klaus.cz/clanky/159>

Klaus, V. (2010). Modrá, nikoli zelená planeta. Co je ohroženo: klima nebo svoboda? (3. vyd.). Praha: Dokořán.

Komunistická strana Čech a Moravy (2010). Volební program KSČM pro volby do PS PČR 2010. Online: <http://www.kscm.cz/index.asp?thema=4393&category>

Lidovky.cz (2009). Klimatické změny ohrožují kvalitu českého piva, 16.9. Online: [http://byznys.lidovky.cz/klimaticke-zmeny-ohrozuj-kvalitu-ceskeho-piva-f59-/firmy-trhy.asp?c=A090916\\_094500\\_firmy-trhy\\_nev](http://byznys.lidovky.cz/klimaticke-zmeny-ohrozuj-kvalitu-ceskeho-piva-f59-/firmy-trhy.asp?c=A090916_094500_firmy-trhy_nev)

Lomborg, B. (2008). Zchladte hlavy! Praha: Dokořán.

Jones, P.D ., Mann M. E. (2004). Climate Over Past Milenia, Reviews of Geophysics, 42. Online: <http://www.snolab.ca/public/JournalClub/Chris.pdf>

Klimaskeptik.cz. Online: <http://www.klimaskeptik.cz>

Klimatická koalice. Online: <http://www.zmenaklimatu.cz>

Klimatická koalice (nedatováno). Stanovisko českých ekologických organizací k odborné debatě o globálních změnách podnebí. Online: <http://www.zmenaklimatu.cz/dokumenty/infolisty/stanovisko-ceskych-ekologickych-organizaci-k-odborne-debate-o-globalnich-zmenach-podnebi/download.html>

Kremlík V. Climate Gate česky. Online: <http://kremlik.blog.idnes.cz/>

Kubát, M. (2007). Dopad klimatických změn na hydrologický režim v ČR. Online: <http://www.chmi.cz/files/portal/docs/partneri/katastrofy/kubat1607.pdf>

Labohý, J. (2011). Města a ochrana klimatu: Úmluva starostů a primátorů. Brno: ZO

ČSOP Veronica. Online: [http://www.veronica.cz/dokumenty/LABOHY\\_mesta\\_a\\_ochrana\\_klimatu.pdf](http://www.veronica.cz/dokumenty/LABOHY_mesta_a_ochrana_klimatu.pdf)

Maron, D. F.; Morello, L. (2011). The U.S. National Academy of Sciences exposes new national security challenges for the Navy as a result of climate change. Scientific American. Online: <http://www.scientificamerican.com/article.cfm?id=climate-change-arctic-challenge-us-navy>

McKinsey&Company (2008). Náklady a potenciál snižování emisí skleníkových plynů v České republice. Online: [http://www.mckinsey.com/locations/prague/work/probono/Report\\_czech\\_version.pdf](http://www.mckinsey.com/locations/prague/work/probono/Report_czech_version.pdf)

Metelka, L. a Tolasz, R. (2009). Klimatické změny: fakta bez mýtů. Praha: Centrum pro otázky životního prostředí. Online: <http://www.czp.cuni.cz/knihovna/publikace/klimaticke-zmeny-web.pdf>

Ministerstvo životního prostředí. Klimaticko-energetický balíček. Online: [http://www.mzp.cz/cz/klimaticko\\_energeticky\\_balicek](http://www.mzp.cz/cz/klimaticko_energeticky_balicek)

Ministerstvo životního prostředí. Kjótský protokol. Online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky\\_protokol/\\$FILE/OMV-cesky\\_protokol-20081120.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/kjotsky_protokol/$FILE/OMV-cesky_protokol-20081120.pdf)

Ministerstvo životního prostředí (2004). Národní program dopadu změny klimatu. Online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni\\_program\\_zmirneni\\_dopadu/\\$FILE/OZK-Narodni\\_program-20040303.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/narodni_program_zmirneni_dopadu/$FILE/OZK-Narodni_program-20040303.pdf)

Ministerstvo životního prostředí (2009). Politika ochrany klimatu v České republice: Návrh Ministerstva životního prostředí. Online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news\\_tz091022pok/\\$FILE/prezentace\\_POK.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/news_tz091022pok/$FILE/prezentace_POK.pdf)

Ministerstvo životního prostředí (2010). Emise jednotlivých skleníkových plynů 1990 - 2009 v Gg CO<sub>2</sub>ekv. Online: [http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ochrana\\_klimatu/\\$FILE/OZK-Emise\\_GH\\_1990-2009-20110402.pdf](http://www.mzp.cz/C1257458002F0DC7/cz/ochrana_klimatu/$FILE/OZK-Emise_GH_1990-2009-20110402.pdf)

Ministerstvo životního prostředí (2012). Státní politika životního prostředí České republiky, 2012 – 2020. 2. návrh. Online: <http://www.czp.cuni.cz/Vzdel/sem11/draftSPZP.doc>

Ministerstvo průmyslu a obchodu (2010). Aktualizace Státní energetické koncepce

České republiky. Online: <http://www.mpo.cz/kalendar/download/71707/priloha002.pdf>

Moldan, B. (2008). Podmaněná planeta. Praha: Karolinum.

Možný, M. a kol. (2007). Dopady potenciální změny klimatu na produkci žateckého chmele v Čechách. Sborník mezinárodní konference „Bioclimatology and Natural Hazards“. Online: [http://www.cbks.cz/SbornikPolana07/pdf/Mozny\\_et\\_al.pdf](http://www.cbks.cz/SbornikPolana07/pdf/Mozny_et_al.pdf)

Nadace Partnerství. Dopady klimatických změn v České republice. Online: <http://www.nadacepartnerstvi.cz/klima/dopady-klimaticke-zmeny-v-cr>

Občanská demokratická strana (2010). Řešení, která pomáhají: Podrobný volební program. Online: <http://www.ods.cz/docs/programy/volebni-program2010.pdf>

OECD (2008). Climate Change Mitigation: What do we do? Online: <http://www.oecd.org/dataoecd/30/41/41753450.pdf>

Oliver, C., Frigieri G. a D.Clark. (2011). Everything you need to know about climate change – interactive. TheGuardian. Online: <http://www.guardian.co.uk/environment/interactive/2011/aug/15/everything-know-climate-change>

Oxfam (2010). Climate Change Increasing Poverty and Vulnerability in Ethiopia (2010). Online: <http://www.oxfam.org.uk/applications/blogs/pressoffice/2010/04/22/climate-change-increasing-poverty-and-vulnerability-in-ethiopia/>.

Peake, J., Smith, J. (2009). Climate Change: From Science to Sustainability. Oxford: Oxford University Press.

Pedagogická fakulta Masarykovy univerzity v Brně. Globální klimatický rozvrat. Online: <http://amper.ped.muni.cz/gw/>

PBS (2008). Source'sofWorld CO2 Emissions. Online: <http://www.pbs.org/wgbh/pages/frontline/heat/etc/worldco2.html>

Red Cross/Red Crescent Climate Center (2008). Climate Guide. Online: [http://www.climatecentre.org/downloads/File/reports/RCRC\\_climateguide.pdf](http://www.climatecentre.org/downloads/File/reports/RCRC_climateguide.pdf)

Pretel, J. a kol. (2011). Zpřesnění dosavadních odhadů dopadů klimatické změny v sektorech vodního hospodářství, zemědělství a lesnictví a návrhy adaptačních opat-

ření, TECHNICKÉ SHRNU TÍ VÝSLEDKŮ PROJEKTU v letech 2007–2011. Projekt MŽP VaV SP/1a6/108/07. Online: [http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav\\_TECHNICKE\\_SHRNU TI\\_2011.pdf](http://portal.chmi.cz/files/portal/docs/meteo/ok/klimazmena/files/vav_TECHNICKE_SHRNU TI_2011.pdf)

Reif, J. a kol. (2009). Vliv globálních klimatických změn na vývoj početnosti ptáků v ČR. Ochrana přírody (zvláštní číslo). Online: <http://www.casopis.ochranaprirody.cz/zvlastni-cislo/vliv-globalnich-klimatickych-zmen-na-vyvoj-pocetnosti-ptaku-v-cr.html>

Schifferes, S. (2008). WorldPoverty 'More Widespread.' BBC, 27.8. Online: <http://news.bbc.co.uk/1/hi/7583719.stm>

Schreuder, Y. (2009). Corporate Green House. London: ZedBooks.

Schrope, M. (2009). Climate Change Models: Understanding the Basics. The Yale Forum on Climate Change&The Media. Online: <http://www.yaleclimatemediainforum.org/2009/01/climate-change-models-understanding-the-basics/>

Skeptical Science. Online: <http://www.skepticalscience.com/translation.php?lang=1>

Stejskal, L. (2011). Nebezpečnost klimatických změn. Hospodářské noviny, 20.5. Online: <http://ceses.cuni.cz/CESES-65-version1-klima.htm>

Stern, N. (2007). Ekonomické aspekty změny klimatu: Sternova studie. Ministerstvo životního prostředí ČR, Britské velvyslanectví. Online: [http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/E7EF577C57BA9B18C12572BB002DAF3D/\\$file/Sternova%20zprava.pdf](http://www.mzp.cz/osv/edice.nsf/E7EF577C57BA9B18C12572BB002DAF3D/$file/Sternova%20zprava.pdf)

Sutlovičová, K. (2011). Ochrana klimatu v ČR a vyjednávání nové globální dohody. Online: <http://www.veronica.cz/prezentace/Sutlovicova.pdf>

The Royal Society (2010). Climate Change: A Summary of the Science. Online: <http://royalsociety.org/policy/publications/2010/climate-change-summary-science/>

Týden.cz (2012). Tepl o a sucho: Česko čeká do konce století velká změna klimatu, tvrdí studie, 10.1. Online: [http://www.tyden.cz/rubriky/domaci/cesko-ceka-do-kon-ce-stoleti-velka-zmena-klimatu-tvrdi-studie\\_222206.html](http://www.tyden.cz/rubriky/domaci/cesko-ceka-do-kon-ce-stoleti-velka-zmena-klimatu-tvrdi-studie_222206.html)

TOP09 (2010). Volební program TOP09. Online: <http://www.top09.cz/files/soubory/volebni-program-2010-do-poslanecke-snemovny.pdf>

United Nations Framework Convention on Climate Change. A Summary of Kyoto Protocol. Online: [http://unfccc.int/kyoto\\_protocol/background/items/2879.php](http://unfccc.int/kyoto_protocol/background/items/2879.php)

United Nations Framework Convention on Climate Change. United Nations Framework Convention on Climate Change. Online: [http://unfccc.int/essential\\_background/convention/background/items/1353.php](http://unfccc.int/essential_background/convention/background/items/1353.php)

U.S. Energy Information Administration. International Energy Statistics. Online: <http://www.eia.gov/cfapps/ipdbproject/IEDIndex3.cfm#>

Varianty (2009). Bohouš a Dáša: Klima v tísni. Praha: Člověk v tísni, o.p.s.. Online: [http://www.varianty.cz/download/pdf/pdfs\\_74.pdf](http://www.varianty.cz/download/pdf/pdfs_74.pdf)

Věci veřejné (2010). Politický program. Online: <http://www.veciverejne.cz/data/files/politicky-program/politicky-program-veci-verejnych.pdf>

Warr, K., Smith, S. (1993). Science Matters: Changing Climate. Milton Keynes: The Open University.

World Resources Institute. Yearly Emissions. Online: <http://cait.wri.org/cait.php?page=yearly&mode=view&sort=val-desc&pHints=shut&url=form&year=2005&sector=natl&co2=1&ch4=1&n2o=1&pcfc=1&hfc=1&sf6=1&lucf=1&bunk=1&update=Update>

World Wild Fund. Climate Curriculum for Teachers. Online: <http://www.worldwildlife.org/climate/curriculum/item5944.html>

***Pozn.: Všechny internetové zdroje byly ověřeny k prosinci 2011.***

## ASOCIACE PRO MEZINÁRODNÍ OTÁZKY

Asociace pro mezinárodní otázky (AMO) je přední český nezávislý think-tank v oblasti mezinárodních vztahů a zahraniční politiky. Základním posláním AMO je přispívat k hlubšímu porozumění mezinárodnímu dění. Naším cílem je zprostředkovávat dialog mezi akademiky, politiky, diplomaty, novináři, zástupci byznysu a široké veřejnosti a za tímto účelem se věnujeme celé řadě vzdělávacích a výzkumných aktivit.

### K DOSAŽENÍ SVÝCH CÍLŮ ASOCIACE:

- formuluje a vydává studie a analýzy
- pořádá mezinárodní konference, expertní semináře, kulaté stoly, veřejné diskuze
- organizuje vzdělávací projekty
- prezentuje kritické názory a komentáře k aktuálnímu dění pro domácí a zahraniční média
- vytváří příznivější podmínky pro růst nové generace expertů
- podporuje zájem o disciplínu mezinárodních vztahů mezi širokou veřejností
- spolupracuje s řadou dalších domácích i zahraničních institucí

[www.amo.cz](http://www.amo.cz)



**Jak učit o změně klimatu** Václav Kopecký, Jakub Eberle