

## Rešerše k problematice změn klimatu

Na zemské klima působí celá řada faktorů, které ovlivňují globální teplotu na Zemi. Tyto faktory se dělí na přírodní vlivy a vlivy způsobené činností člověka. Toto rozdělení je dále důležité pro názorové směry na současné globální oteplování.

### Přírodní vlivy

#### Kolísání slunečního záření

Klima na Zemi ovlivňuje **kolísání slunečního záření**, to je způsobeno procesy na Slunci, nebo změnami v oběžné dráze Země. Na výkyvy sluneční činnosti poukazují sluneční skvrny, které se projevují v cyklech 11 až 22 let, v nichž dochází k výrazným změnám v intenzitě záření. Příkladem z historie je 17. století, kdy bylo zaznamenáno jen minimum slunečních skvrn, což odpovídá faktu, že toto století představovalo za posledních 1000 let nechladnější období v Evropě.

#### Milankovičovy cykly

Podle Milankovičovy teorie jsou velké klimatické změny způsobeny změnou intenzity slunečního záření. Ke změnám dochází v důsledku tří změn parametrů oběžné dráhy Země okolo Slunce, tyto změny se periodicky opakují. Prvním ovlivněným parametrem je **změna výstřednosti oběžné dráhy Země**. Jedná se o změnu tvaru oběžné dráhy Země kolem Slunce, způsobenou vlivem gravitačního pole Jupiteru a Saturnu. Oběžná dráha se tak mění z téměř kruhové na zřetelnou eliptickou.

Druhým parametrem je **změna sklonu osy otáčení Země** vůči oběžné rovině Země. Vychází z předpokladu, že když se zvýší šikmost osy, zvětší se i rozdíl sezónních teplot. Obecně lze tedy říci, že při zvýšení šikmosti osy otáčení Země globální teploty na Zemi rostou a při zmenšení šikmosti naopak klesají.

Třetí změnou parametru je pak tzv. **precese**. Jedná se o změnu směru osy zemské rotace vůči vzdáleným hvězdám vlivem slapových sil Slunce a Měsíce. Vliv na klima je podobný jako u změny sklonu osy otáčení Země.

#### Změny chemického složení atmosféry

Změny v chemickém složení atmosféry (a tím i změnu její teploty) může způsobit **sopečná činnost**. Klima jako takové mohou ovlivnit pouze velké erupce, které dopraví emitovaný oxid siřičitý až do stratosféry. Sloučeniny oxidu siřičitého a vody, které do stratosféry vniknou, zde přetrvávají až několik let a zvyšují odrazivost slunečního světla. To má za následek ochlazování planety.

#### Geologické procesy

Klimatické změny způsobují také geologické procesy, kam patří např. změny v rozložení moře a pevniny zapříčiněné tektonickými pohyby a posuvem kontinentálních desek. Jedná se o posuny desek, na nichž leží jak kontinenty, tak mořská dna. Rychlost těchto posunů je několik centimetrů za rok. Jedná se o obrovský dynamický proces, který ovlivňuje geologii, tvar zemského povrchu, ale také teploty na kontinentech. Důsledkem tohoto přemísťování, spojování pevnin a jejich rozpadu je také změna mořských proudů a převládajícího směru a síly větrů. Tím vším byly a jsou ovlivňovány klimatické změny na Zemi.

### Vliv člověka

Lidstvo svojí činností působí na změnu klimatu. O tom v jaké míře může lidská činnost ovlivnit a zda je hlavním faktorem změny zemského klimatu se vedou stále debaty. Lidstvo ovlivňuje klima

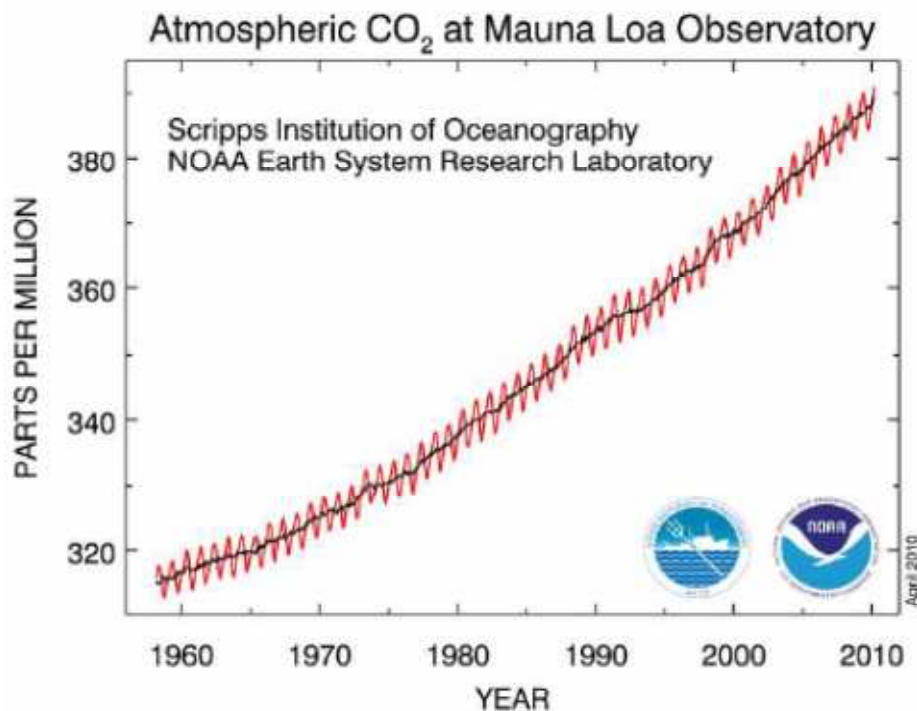
zejména *změnou v chemickém složení atmosféry*, způsobenou emisemi umělých plynů (tzv. skleníkových plynů), které způsobují skleníkový efekt, ten bude vysvětlen také v této kapitole. Dalším nepříznivým zásahem člověka je *přeměna zemského povrchu*. Výstavba měst, vodních přehrad, odlesňování a zásahy do vegetace mění odraz slunečního světla a také ovlivňuje vodní rovnováhu.

## Historie sledování změny klimatu

Skleníkový efekt, který je jedním z faktorů působících na oteplování klimatu Země, byl rozpoznán v roce 1827 francouzským vědcem **Jean-Baptistem Fouriérem**. Ten jako první poukázal na podobnost procesů probíhajících v obyčejném skleníku a v atmosféře Země. K poznatkům o skleníkovém efektu dále přispěl britský vědec **John Tyndal**, který zkoumal, jak oxid uhličitý a vodní pára pohlcují infračervené záření. Na základě svých měření dospěl k názoru, že jednou z příčin ledových dob mohl být úbytek oxidu uhličitého v ovzduší.

Problematika klimatické změny, jak ji známe dnes, byla poprvé formulována v roce 1896 švédským vědcem **Svante Arheniusem**. Ten analyzoval účinek zvýšené koncentrace skleníkových plynů v ovzduší a odhadl, že zdvojnásobení koncentrace oxidu uhličitého v ovzduší by zvýšilo průměrnou globální teplotu o 5 až 6 °C.

Velký přínos ve zkoumání závislosti množství CO<sub>2</sub> v atmosféře a její teplotou má americký vědec **Roger Revelle**. Jako první totiž začal s měřením koncentrací CO<sub>2</sub> v atmosféře. Křivka zobrazující vývoj množství CO<sub>2</sub> v atmosféře (měřeno v Mauna Luova, Havai ) je vidět na následujícím obrázku.



### Vývoj množství CO<sub>2</sub> v atmosféře (Havai)

Revelle v padesátých letech 20. století vyslovil hypotézu, že celosvětový hospodářský růst po druhé světové válce, podporovaný prudkým zvyšováním počtu obyvatel a využíváním uhlí a ropy, pravděpodobně povede k velkému a nebezpečnému zvýšení množství CO<sub>2</sub> v zemské atmosféře.

Aby tuto hypotézu ověřil, vybudoval výzkumnou základnu na Havaji a společně se svými spolupracovníky začal odebírat vzorky koncentrací CO<sub>2</sub> v atmosféře. Data získávaná dodnes tímto výzkumem svědčí o značném narůstání koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře.

Základní pomůckou pro předpověď klimatických změn jsou počítačové modely zemského povrchu a procesů, které se na něm odehrávají. První takovýto počítačový model byl vytvořen v roce 1975 Meteorologickým ústavem USA a zkoumal následky dvojnásobné koncentrace CO<sub>2</sub> v atmosféře. Výsledkem modelování byla předpověď nárůstu globální teploty zemského povrchu o 2,4 °C. Zajímavostí je, že od tohoto prvního modelu předpovídané výsledky současných modelů příliš neliší, když dnes se odhaduje oteplení zhruba o 3 °C.

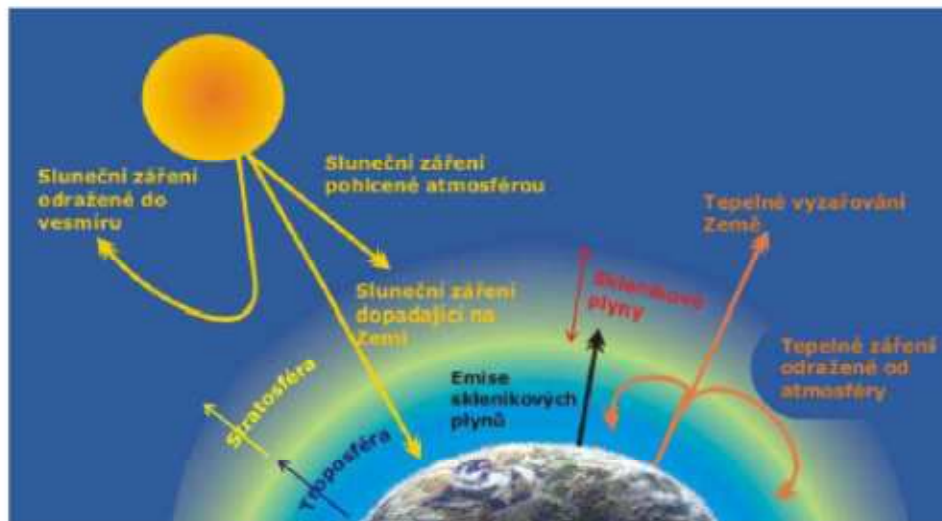
K tomu, aby mohly být předpovědi těchto počítačových modelů považovány za věrohodné, musejí procházet různými testy. Jako jsou např. ověření, zda model funguje v souladu s fyzikálními zákony, zda model dokáže simulovat současnou podobu klimatu apod. Modely jsou dále aktualizovány podle nových poznatků, důkazem z poslední doby je zahrnutí zjištění o vlivu zvyšování koncentrací CO<sub>2</sub> na růst tlaku u hladiny moře. Tento poznatek umožňuje nově předpovídat zvýšení výskytu bouřek v některých částech světa.

Největší slabinou těchto modelů je samotný klimatický systém Země, protože ten je sám o sobě velice složitý. Ovlivňuje ho velké množství faktorů a ne všechny musí být známy nebo správně vysvětleny. Proto ve výsledku reálný vývoj klimatu nemusí odpovídat výsledkům modelování.

### Skleníkový efekt

Část slunečního záření (krátkých vlnových délek) prochází atmosférou k zemskému povrchu, kde se částečně odrazí zpět do vesmíru v závislosti na specifické odrazivosti jednotlivých druhů povrchů a zbytek je pohlcován povrchem Země. Další část slunečního záření se k zemskému povrchu vůbec nedostane, protože je odraženo od oblaků zpět do kosmického prostoru. Zemský povrch ohřátý od slunečních paprsků následně také vyzařuje tepelnou energii do prostoru. Jelikož má povrch Země podstatně nižší teplotu, než je teplota Slunce, má toto záření delší vlnové délky. Existují ovšem plyny, které jsou obsaženy v atmosféře, které za určitých podmínek takového záření nepropouštějí. Takovéto plyny jsou podle popisovaného skleníkového efektu nazývány skleníkové.

Tepelné záření, emitované zemským povrchem a zachycené skleníkovými plyny v horních vrstvách atmosféry (výška 5 až 10 km), není všechno vysláno do kosmického prostoru, naopak většina tohoto záření je odražena zpět k zemskému povrchu. Tento jev je způsobem nízkými teplotami těchto plynů, které zde mají podobnou funkci jako sklo u obvyklého skleníku, odtud vzniklo pojmenování skleníkový efekt. Princip fungování výše popisovaného skleníkového efektu je znázorněn na následujícím obrázku.



### Princip fungování skleníkového efektu

Zachycování určité části tepelného záření způsobuje oteplování zemského povrchu. Skleníkový efekt probíhal v atmosféře Země vždy, bez něj by byla globální teplota zemského povrchu o 30 až 40 °C nižší. Intenzita skleníkového efektu však byla v minulosti v jednotlivých vývojových obdobích Země dosti rozdílná, v závislosti na okamžitých koncentracích skleníkových plynů, zejména oxidu uhličitého a vodní páry. Obsah skleníkových plynů byl pak rozhodující pro změny teploty na Zemi. V obdobích, kdy byla koncentrace skleníkových plynů v ovzduší malá, byla teplota na povrchu Země nízká a tato období se nazývají dobami ledovými. Od počátků průmyslové revoluce však dochází k nárůstu koncentrace skleníkových plynů v atmosféře (hlavně koncentrace CO<sub>2</sub>), tím dochází k pozvolnému oteplování zemské atmosféry i oceánů. Tento proces by mohl podle řady vědců v budoucnu narušit celý klimatický systém Země.

### Skleníkové plyny

Skleníkové plyny, které způsobují výše popsaný skleníkový efekt, mají tu vlastnost, že dovolují slunečnímu světlu proniknout do atmosféry, ale část odcházejícího infračerveného záření na cestě do vesmíru zachycují, čímž se vzduch ohřívá. Proto je jisté množství skleníkových plynů v atmosféře blahodárné. Tyto plyny tak napomáhají udržovat na zemském povrchu příznivou průměrnou teplotu cca 15 °C. To vše platilo, až do té doby než člověk svojí činností začal množství těchto plynů neúměrně zvyšovat. Existuje zhruba 30 druhů plynů, které lze považovat za skleníkové. Nejvýznamnějším je **oxid uhličitý** (CO<sub>2</sub>), který se podílí na celkovém skleníkovém efektu zhruba z 82%. Dalším významným plynem je **metan** (CH<sub>4</sub>), který přispívá ke skleníkovému efektu asi z 12%. Následuje **oxid dusný** (N<sub>2</sub>O) s podílem 4% a na ostatní skleníkové plyny připadají zbylé 2%. U těchto plynů je pak zejména důležité sledovat původ jejich vzniku. Tedy jestli je původcem chemických procesů příroda nebo činnost člověka (tzv. antropogenní zdroje). U druhého typu je dobré tyto zdroje analyzovat a přijímat přiměřená opatření na jejich omezení.

### Oxid uhličitý

Oxid uhličitý vzniká spálením, oxidací uhlíku s kyslíkem. Jeho životnost v atmosféře je zhruba 100 let. Nejvíce tohoto plynu vzniká při spalování fosilních paliv (uhlí, ropných derivátů a

zemního plynu). Používání fosilních paliv pokrývá v současnosti 80% energetické spotřeby celého lidstva a vytváří zhruba 80% emisí oxidu uhličitého. Fosilní paliva se využívají zejména v oblasti dopravy a produkce elektřiny a tepla. K produkci CO<sub>2</sub> přispívá také značnou měrou odlesňování půdy, dnes zejména v oblastech tropického pásma. V roce 2002 se například spalováním fosilních paliv uvolnilo do atmosféry 21 miliard tun CO<sub>2</sub>. Jednotlivé druhy fosilních paliv obsahují rozdílné množství uhlíku a tím se i liší ve vyprodukovaném množství oxidu uhličitého. Největší emise má černé uhlí, které je na uhlík bohaté. Proto při spálení tuny černého uhlí, vytvoříme 3,7 tun CO<sub>2</sub>.

Vzniklý oxid uhličitý se šíří atmosférou a různými chemickými reakcemi se usazuje. Z pohledu účinnosti skleníkového efektu je nejdůležitější jeho množství v atmosféře. Zhruba polovina vzniklého oxidu uhličitého zůstává v atmosféře, část je zachycována biosférou a půdou a část je pohlcována v oceánech. Světové oceány se však ve své schopnosti absorbovat CO<sub>2</sub> liší. Severní Atlantik obsahuje skoro čtvrtinu veškerého oxidu uhličitého, který lidé vyprodukovali od 19. století. Tím tedy oceány fungují jako velké úložiště CO<sub>2</sub> a brzdí účinnost skleníkového efektu. Výzkum oceánů na začátku 21. století prokázal, že některé části oceánů (např. kolem Antarktidy) ztrácejí schopnost absorbovat oxid uhličitý. Zjednodušeně lze říci, že oceány se začínají oxidem uhličitým plnit a proto lze očekávat, že se ho bude stále více ukládat v atmosféře.

### Metan

Metan je druhým nejvíce obsáhlým skleníkovým plynem v atmosféře. Doba pobytu metanu v atmosféře je podstatně kratší než doba pobytu oxidu uhličitého, zhruba několik desítek let. Oproti CO<sub>2</sub> je ovšem 20 krát účinnější při zadržování tepelné energie. Hlavním přírodním zdrojem metanu jsou mokřady, podstatně menší produkce pochází z termišť a část metanu pochází od volně žijících zvířat. Z přírodních zdrojů pochází asi 37% metanu. Největším antropogenním zdrojem metanu je zemědělská výroba. Když skot, živočišné odpady a rýžová pole vytvářejí o 60% více metanu než rozsáhlé světové mokřady. Dalšími významnými zdroji metanu jsou průmysl fosilních paliv, těžba ropy a úniky z plynovodů.

### Oxid dusný

Doba pobytu oxidu dusného v ovzduší je velká, pohybuje se okolo 120 let. Ještě závažnější vlastností je, že při zadržování tepla je asi 300 krát účinnější než CO<sub>2</sub>. Od počátku průmyslové revoluce stoupla jeho koncentrace přibližně o 17%. Na začátku 21. století pak stoupá tato koncentrace zhruba o 0,6 % každý rok.

Přírodními zdroji tohoto plynu jsou požáry a interakce atmosféry s půdou. Zdroje oxidu dusného spojené s lidskou činností pocházejí zejména z oblasti zemědělství, konkrétně z používání dusíkatých hnojiv. Oxid dusný také vniká ve spalovacích motorech.

### Odlišné názorové proudy na změnu klimatu

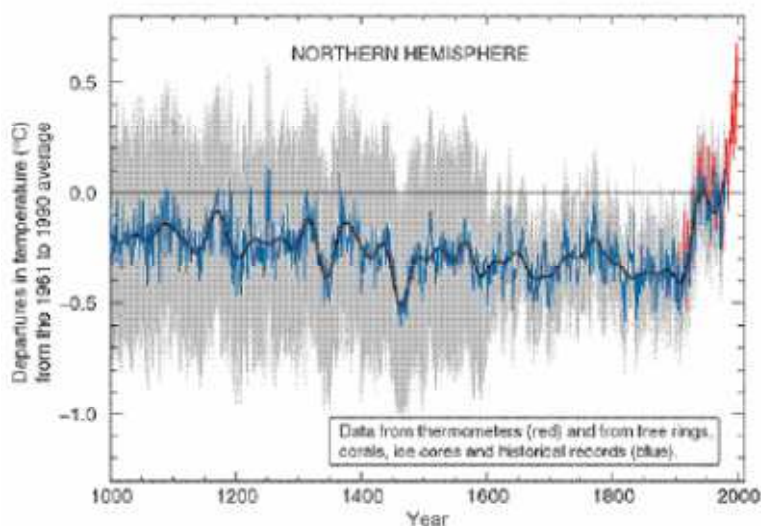
Na problematiku globální změny klimatu existují dva názorové proudy. Nejdříve vzniknul tzv. klima alarmismus, který šíří myšlenku o zásadním vlivu růstu emisí CO<sub>2</sub> na globální oteplování. V reakci na tento směr vznikl tzv. klima skepticizmus, který se snaží o falzifikaci této zásadní myšlenky klima alarmistů.

### Klima alarmismus

Klimatičtí alarmisté zastávají hypotézu, že klimatická změna je způsobena činností člověka a že současné oteplování nemá v lidských dějinách obdobu a navíc se stále zrychluje. Významnou úlohu při šíření této myšlenky sehrál Mezivládní panel OSN pro klimatickou změnu IPCC. Tento panel sepsal již čtyři zprávy zaměřené na změnu klimatu. V poslední z těchto zpráv, která byla

vydána v roce 2007 se např. uvádí, že lidské aktivity jsou s 90 procentní jistotou hlavní příčinou globálního oteplování. Tyto zprávy jsou na jedné straně brány jako vědecký fakt, ale na druhé straně se proti nim našla celá řada kritiků, kteří závěry z těchto zpráv vyvracejí.

Významným propagátorem klima alarmismu je bývalý viceprezident Spojených států amerických Al Gore. Ten pořádá celosvětové konference a vydává publikace, tak aby přesvědčil veřejnost a politiky o nutnosti snižování emisí skleníkových plynů. Klima alarmisté vycházejí při obhajobě svých myšlenek např. z tzv. hokejkového grafu vypracovaného v roce 1998 americkým klimatologem Michaelem Mannem, podle něhož se ve 20. století oteplilo víc, než kdykoli za posledních tisíc let. Tento graf považují za jeden z důkazů o antropogenní příčině oteplování. Jedná se o křivku, která ukazuje tendenci vývoje průměrné teploty zemského povrchu severní polokoule od roku 1000 až do roku 2000. Šedá oblast grafu vyjadřuje míru nejistoty, která se snižuje kolem roku 1850, kdy byla vybudována síť teploměrů. Hokejkovou křivku zobrazuje následující obrázek.



### Vývoj globální teploty na severní polokouli

#### Klima skepticismus

Tento názorový proud je reakcí na tzv. skleníkovou hypotézu, kterou popírá. Skleníková hypotéza spočívá v tvrzení, že zvyšování skleníkový plynů (zejména emisí CO<sub>2</sub>) a s tím spojený skleníkový efekt, výhradně způsobují nebo jsou hlavní příčinou globálního oteplování. S tímto klima skeptici nesouhlasí, i když uznávají skleníkový efekt jako vědecký poznatek. Problém mají ovšem s názorem, že právě emise skleníkových plynů, jsou tou hybnou silou, která by měla změnit globální klima na Zemi.

Do skupiny vědců s takovýmto názorem patří např. S.B.Idso, W.E. Reifsnyder, Dennis T. Avery nebo Bjorn Lomborg.

Na zvýšení globální teploty zemské atmosféry pohlížejí klima skeptici jako na proces způsobený převážně přírodními příčinami klimatických výkyvů. Tudíž zastávají názor, že na globální oteplování má vliv řada jiných faktorů a to významnějším způsobem, než činnost lidstva. Podle klimaskeptiků může být toto přirozené zvyšování teploty způsobeno Sluncem. Naznačuje to už fakt, že oteplování probíhá i na Marsu, což potvrzují sondy NASA.

Klima skeptici zaměřují své práce zejména na falzifikaci skleníkové hypotézy. Vycházejí zejména z poznatků o tom, jak se měnilo klima v minulosti. Jako příklad vyvrácení tvrzení, že dnes žijeme

v nejteplejším období v historii lidstva lze uvést práci historického klimatologa Jiřího Svobody, který analyzoval asi 1200 historických pramenů včetně 700 kronik. Zjistil, že v Česku bylo ve středověku asi o 2°C tepleji než dnes.

Další věc, kterou klima skeptici kritizují, jsou náklady na snižování emisí CO<sub>2</sub>, když tvrdí, že takto vynaložené peníze by šly pro lidstvo využít lepším způsobem. B. Lomborg např. uvádí, že náklady vynaložené na dodržování Kjótského protokolu (podle něhož se státy zavazují ke snižování emisí CO<sub>2</sub>), budou ročně činit zhruba 150 miliard dolarů a že způsobí zpoždění účinků globálního oteplení pouze o 6 let. Proto navrhuje vynaložit tyto peníze na oblast nemocí, podvýživy a pitné vody.

## Možné důsledky změny klimatu

V tématice globální změny klimatu, nejvíce lidstvo zajímá, jaké dopady může tento jev vyvolat. Diskutují se zejména oblasti hydrologie, ekologie, zdravotnictví apod. Existují však velmi ztížené podmínky pro relevantní předpovědi budoucího vývoje klimatu, spojené se složitostí klimatického systému. Následující kapitola se zabývá vznikem scénářů vývoje budoucího klimatu a dále charakteristikou již sledovaných nebo pravděpodobných důsledků jeho změny.

## Scénáře budoucího vývoje klimatu

Prognózování vývoje klimatu má svoji zavedenou terminologii, kde mezi důležité pojmy patří scénář klimatu a projekce klimatu. Tyto pojmy jsou od sebe odlišné a jsou v literatuře definovány např. tímto způsobem:

*„Klimatický scénář – přijatelná reprezentace budoucího klimatu vytvořená pro přímé použití ve výzkumu potenciálních následků antropogenní změny klimatu.“*

*„Projekce klimatu – je odezva klimatického systému na určitý scénář emisí skleníkových plynů a aerosolů, počítaná klimatickými modely.“*

Dále je potřeba zdůraznit, že klimatické scénáře nejsou předpovědi budoucích klimatických podmínek, nýbrž jsou popisem alternativních stavů klimatu v budoucnosti, které mohou za předpokládaných okolností nastat. Účelem těchto scénářů je pomoci najít co nejužší meze budoucího vývoje.

Vstupními zdroji informací pro scénáře změny klimatu jsou **globální klimatické modely**. Tyto modely matematicky simulují fyzikální procesy, které se odehrávají v hydrosféře, atmosféře, pedosféře, kryosféře a biosféře. Jedná se o velmi složité matematické operace, které jsou řešeny pomocí výpočetní techniky. Obecně platí, že tyto modely nám umožňují předpovídat budoucí vývoj přírodních procesů na Zemi a jejich důsledků. Otázkou ovšem zůstává, jak velká míra neurčitosti vstupuje do procesu modelování změny klimatu. Tato nejistota vyplývá např. z toho, že nejsou známy všechny procesy, které v klimatickém systému Země probíhají. Dále se také velmi těžce stanovují budoucí hodnoty přírodních vlivů, jako jsou astronomické faktory, sluneční záření, sopečná činnost apod. Také budoucí emise skleníkových plynů se popisují složitě, s ohledem na vývoj hospodářského růstu, demografického přírůstku a technologických změn.

V současné době se při modelování globálního klimatu zkoumají zejména dopady činnosti člověka na změnu klimatu. Budoucí klimatické scénáře se pak liší zejména na základě rozdílných vstupních socioekonomických scénářů. Tyto scénáře jsou založené na různé kombinaci dvou faktorů. Prvním faktorem jsou politické zásahy v oblasti životního prostředí (možným scénářem je např. že lidstvo bude klást důraz především na rozvoj ekonomiky a nebude řešit problémy životního prostředí). Druhým faktorem je hledisko, zda se vývoj bude ubírat směrem k více stejnorodému světu, nebo zda budou realizována politická rozhodnutí na úrovni regionů (např.

jedni budou omezovat emise skleníkových plynů, zatímco druzí je budou navyšovat).

### Možné oblasti dopadu klimatické změny

Z výše uvedených poznatků o modelování změny klimatu vyplývá, že lze těžko určit přesné změny klimatického systému v budoucnosti. Podle trendu vývoje globální teploty na Zemi je ovšem možné označit oblasti, kterých se zvyšování globální teploty dotkne. Těmto oblastem je pak dobré věnovat pozornost jak z hlediska prevence, tak z hlediska přijímání opatření, která by mohla zmírnit či zvrátit negativní jevy způsobené změnou klimatu.

### Vodstvo

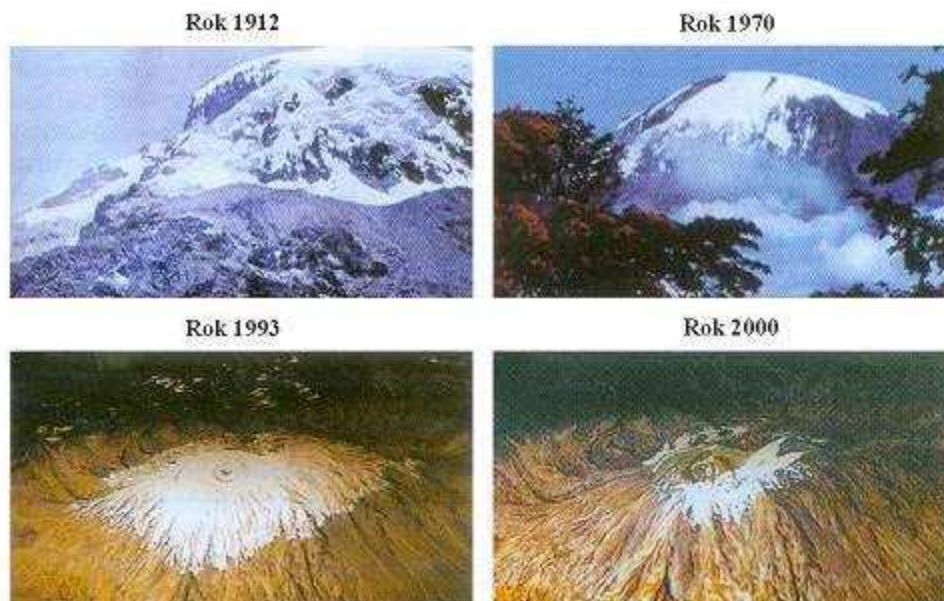
#### Tání ledovců

Ledovce vznikají nahromaděním vrstev sněhu, který se časem působením vlastní váhy, táním a opětovným mrznutím přeměňuje na led. Ledovce tedy nejsou statické objekty, ale naopak se v čase vyvíjejí. Současným trendem je, že se ledovce zmenšují. K tomu dochází tak, že množství sněhu, napadaného v chladném období a přeměněného v led, je menší než množství ledu, které roztaje v teplejším období.

Tání ledovců probíhá rozdílně v závislosti na jejich rozsahu, tvaru, tloušťce apod. Kontinentální ledovce pokrývají zcela krajinu a jejich tloušťka dosahuje až několika kilometrů. Albeldo (schopnost odrazet sluneční záření) je u těchto ledovců vysoká, proto si ponechávají svou pevnou fázi i při vyšších teplotách vzduchu. Oproti tomu ledovce ve velehorách, které jsou obklopeny zemským povrchem bez ledového pokrytí, tají rychleji, protože mají malé albeldo, způsobené větším pohlcováním slunečního záření okolím ledovce. Proto jako první byly pozorovány důsledky zvyšování globální teploty u vysokohorských ledovců, jejichž plocha se neustále zmenšuje.

Klasickým příkladem tání vysokohorského ledovce je hora Kilimandžáro v Africe. Jedná se o horu vysokou 5895 m, u které dochází od 70. let 20. století k prudkému úbytku rozlohy sněhu a ledu, když v roce 2000 zbývalo už jen 20% původní rozlohy sněhu a ledu na samém vrcholu této hory, jak znázorňuje obrázek 4. Další příklady lze najít na každém kontinentě, patří mezi ně oblasti Alp, And, Himalájí a dalších. Tím, že tyto ledovce roztají, dojde ke ztrátě původního rázu krajiny, změní se životní prostředí pro místní živočichy a také hrozí riziko sesuvů půdy do údolí.





#### **Ubývání sněhové pokrývky na hoře Kilimandžáro**

Největší nebezpečí ovšem spočívá v tání rozsáhlých ledových oblastí Arktidy, Antarktidy a Grónska. Ty disponují obrovským množstvím zmrzlé vody, která se při jejich tání dostává do oceánů a tím se zvyšuje jejich hladina. Podle statistik se hladina světového oceánu zvýšila ve 20. století zhruba o 18 cm. Tento trend se v posledních letech navíc zrychluje, do roku 2100 se pak očekává zvýšení hladiny moří v rozmezí 15 až 95 cm (v závislosti na vstupních údajích klimatických modelů).

Takovéto zvýšení hladiny moří by pak znamenalo zánik některých ostrovů v Karibském moři a Polynésii. Zvětšily by se záplavy v Bangladéši, pod hladinou moře by se ocitla velká část Nizozemska, pobřežní části USA apod. Kromě záplavy území by takováto situace vyvolala i velké migrační procesy obyvatel.

Úbytek ledových ploch po celé zeměkouli je velice zřetelný. Jedná se o jeden z nejvýznamnějších a také nejvíce se projevujících důsledků změny klimatu v současné době. Kromě otázky přijímání opatření na snižování emisí skleníkových plynů je nutné také vyzdvihnout nutnost řešit situaci se stoupajícími hladinami oceánů.

#### **Změny meteorologických dějů**

Obecně platí, že při růstu teploty atmosféry se zvyšuje schopnost vzduchu pohlcovat vodní páru. Tímto se následně zvyšuje intenzita koloběhu vody v přírodě. Ten to jev se projevuje intenzivnějšími srážkami, větším odparem na pevninách a zvýšeným výskytem extrémních meteorologických jevů (bouřek, tornád a cyklónů).

Podle výsledků experimentů s klimatickými modely lze pravděpodobně očekávat, že ve vyšších zeměpisných šířkách dojde ke zvýšení zimních i letních úhrnů srážek. Zatímco v subtropických oblastech na pevnině (např. jižní Evropa) se pak předpokládá snížení sezónních srážek.

Větší intenzita koloběhu vody platí v měřítku celé Země, ovšem některá místa dopadu srážek se v souvislosti se změnou klimatického systému posouvají. Tento jev nastává se změnou

proměnlivosti tlaku vzduchu, který ovlivňuje jeho proudění a vytváří místní podmínky pro dešťové srážky. Obecně pak lze tento důsledek shrnout tak, že v budoucnu mohou vznikat nové oblasti s nedostatkem srážek, zejména pak v centrálních částech kontinentů. Snižování množství srážek v určitých regionech bude mít negativní vliv na zásoby pitné vody, zemědělství, zvyšování požárů a ekologii.

Změna klimatického systému bude při vyšších průměrných teplotách působit na teplotu vody v oceánech. Teplejší voda v oceánech má pak vliv na tvorbu cyklónů, které vznikají nad vodami, jejichž povrchová teplota přesahuje 27 °C, a tudíž lze předpokládat zvětšení počtu těchto extrémních jevů.

Ze statistik o úhrnu srážek je možné vyzorovat i vzrůstající trend intenzity srážek. Např. na území České republiky se vyskytlo v období od roku 1879 do roku 2003 celkem 39 mimořádně intenzivních srážek. Z tohoto počtu jich pak bylo 14 v období mezi roky 1997 až 2002 (38% z celkového množství). Tyto intenzivní srážky jsou pak příčinou povodní a záplav, v zimě pak způsobují kalamitní situace v dopravě či škody na majetku.

### **Změny oceánského proudění**

Oceány hrají důležitou úlohu v klimatickém systému Země, disponují totiž akumulací schopností tepla a také skleníkových plynů. Tímto např. vyrovnávají kolísání teplot na Zemi. Cirkulující oceánská voda transportuje velké množství tepla do chladnější oblasti a naopak, tímto pak dochází k vyrovnávání teplotních rozdílů na Zemi. To je také jeden z důvodů, proč je většina planety obyvatelná. Oceány absorbují také skleníkové plyny a tím jich velkou část odebírají s atmosféry. Jelikož klimatický systém a oceány na sebe přímo působí, může vyvolat změna klimatu podstatnou změnu v oceánských proudech. Zvyšování globální teploty také ovlivňuje mořské proudy nepřímo prostřednictvím tání ledovců. Tím, že ledovce tají, se uvolňuje sladká voda do oceánů a snižuje jejich salinitu. Změna lokální salinity pak může způsobit nestabilitu oceánského proudění. Největší pozornost je v tomto směru věnována Gofskému proudu, který vzniká v oblasti Karibských ostrovů a významný je zejména tím, že otepluje podnebí v severozápadní Evropě. Proudění Gofského proudu ukazuje následující obrázek. Gofský proud zasahuje i do oblasti Arktického ledového oceánu a zde právě dochází k tání ledovců. Pokud by se tímto uvolňováním sladké vody do oceánu významně změnila salinita mořské vody, mohlo by to znamenat zmenšení hnací síly Gofského proudu, či jeho úplný kolaps. Tyto scénáře jsou však až příliš katastrofické, protože snížení hnací síly Gofského proudu, by vyvolalo i menší přínos tepla do Arktické oblasti a tím by se pravděpodobně zastavilo i tání ledovců.

### **Ekologie**

Změna klimatu působí na živočichy a rostliny přímo tím, že se mění průměrná teplota v jejich přirozeném prostředí a má vliv na fotosyntézu u rostlin. Změna přírodních podmínek probíhá na Zemi prakticky neustále a proto některé druhy či ekosystémy vyhynuly. Většina z nich ovšem přežívá tím, že se přizpůsobuje změnám či migruje za příznivějšími podmínkami. Nebezpečí stávající změny klimatu však spočívá v rychlosti změn a dopadů lidských zásahů do krajiny. Migrace rostlin i živočichů se snižuje již uvedenými zásahy člověka do krajiny, zejména tím, že dochází k rozparcelování rozsáhlých ekosystémů na malé ostrůvky. Např. tím, že se mění funkce území, rozrůstá se plocha měst a staví se silnice, přehrady apod. Tímto je pak ještě více oslabena jejich schopnost vyrovnat se s měnícím klimatem.



### Směry proudění Golského proudu

Fotosyntéza je jedním z nejdůležitějších procesů, které snižují množství  $\text{CO}_2$  z ovzduší a oceánů. Nejintenzivnější fotosyntéza na Zemi probíhá v tropických deštných pralesích, které podstatně přispívají ke snižování množství  $\text{CO}_2$  v atmosféře a také k produkci kyslíku. Dlouhodobým trendem v tropických oblastech je mýcení lesů a rozsáhlá těžba dřeva. Tato činnost má tudíž negativní vliv nejen pro danou oblast, ale i pro světové klima. Příčinou je hlavně to, že bohatá vegetace těchto deštných pralesů nevychází z úrodné půdy, když živin v půdě je zde naopak málo. Vegetace čerpá živiny hlavně z velkého množství tlejícího listí a odumřelých keřů a stromů. Půda získaná vypalováním deštných lesů je pak nekvalitní a stává se prakticky pustou krajinou. Úbytek deštných pralesů má také za následek snižování množství odpařené vody a z toho pak vyplývá i snižování množství srážek v této oblasti. Tím se pak dále zhoršují podmínky pro fotosyntézu a bujný život rostlinstva.

Tím, že ne všechny živočišné a rostlinné druhy reagují na změnu klimatu stejně, může docházet ke změnám v potravinovém řetězci. Příkladem může být posun doby líhnutí čolků v evropských jezerech oproti líhnutí žabích mláďat. Čolci jsou pak větší a živí se právě vylíhnutými žábami, tímto pak dochází ke vzrůstu populace čolků na úkor žabí populace. Jiným příkladem může být posun horských rostlin do pásma horských vrcholků, kde vytlačují původní vegetaci. I touto formou pak dochází ke snižování biodiverzity.

Teplejší podnebí prospívá také některým škůdcům, jako jsou např. klíšťata nebo kůrovec. Zvyšováním průměrné teploty pak dochází k jejich rozšíření i do oblastí, kde se dříve nevyskytovaly nebo se zvyšuje jejich počet. Tím pak dochází jak ke škodám v lesnictví v případě kůrovce, tak i k šíření nemocí (zánět mozku, klíšťová encefalitida apod.) v případě klíšťat.

## Civilizace

### Zemědělství

Během 21. století se neočekávají žádné významnější problémy, co se týče globální úrovně. Lze ovšem předpokládat, že regionálně se podmínky pro zemědělství měnit budou. Hlavní příčinou pak bude změna průměrných srážek v území. Některé oblasti, jako jsou centrální části kontinentů, se pak mohou potýkat s nedostatkem srážek a ztrátou produktivity. Větší produkce lze například očekávat u plodin, kterým prospívá větší množství  $\text{CO}_2$  v ovzduší jako je pšenice nebo sója.

## Zdravotnictví

Zvýšení globální teploty o několik stupňů by člověku výrazné zdravotní potíže nepřineslo, což dokládá jeho schopnost adaptovat se na změny počasí např. při střídání ročních období apod. V oblastech zdravotnictví se však odhaduje, že se zvyšujícími se teplotami dojde k šíření některých tropických nemocí (malárie, žlutá zimnice apod.) i do oblastí středních zeměpisných šířek. V oblastech které jsou zaostalé a jsou zaměřeny na zemědělství, hrozí při změně místních přírodních podmínek rozšíření podvýživy.

## Migrace obyvatelstva

Podle prognóz Evropské komise panují do budoucna obavy z velkých přesunů obyvatelstva v Evropě v důsledku měnícího se klimatického systému Země. Hlavně sucha a nedostatek vody bude hlavním motivem pro přesun směrem z jihu na sever. Dále se také musí počítat z rostoucí mořskou hladinou a zaplavováním nízkopoložených území.

Dopad změny klimatu se předpokládá výraznější v oblastech rozvojových států hlavně v Africe. Ekonomika je zde stále velmi závislá na zemědělství a nedostatek vodních zdrojů je v některých oblastech již dnes. Proto jakékoliv další zhoršení situace může vyvolat silné migrační toky, zejména do Evropy. V souvislosti s rostoucí tendencí světové populace a se zmenšujícím se prostorem pro život pak hrozí riziko ozbrojených konfliktů a válek.

## **Snaha o zmírnění procesu změny globálního klimatu na úrovni států**

### **Kjótský protokol**

První mezinárodní dohoda o opatřeních ke snížení emisí skleníkových plynů byla přijata v roce 1997 na konferenci v Kjótu. Podle místa konání konference tak nese název Kjótský protokol. Na něm se původně shodli zástupci 159 zemí světa, kteří se zavázali splnit 2 úkoly. Prvním bylo postupné snižování emisí skleníkových plynů a druhým pak vytvoření trhu s emisními povolenkami.

Závazky na snížení skleníkových plynů jsou pro řadu států rozdílné. Vycházely z jejich ekonomické situace, z množství emisí, které produkují, ale také z jejich vyjednávací pozice. Evropská unie (tehdy s 15 členy) a středoevropské státy se zavázaly snížit emise skleníkových plynů o 8%, USA o 7%, Kanada a Japonsko o 6% a Rusko se zavázalo stabilizovat emise na hodnotách z roku 1990. Existovaly ovšem i státy, které si vyjednaly možnost navýšení emisí, jako Austrálie o 8% nebo Island o 10%. Austrálie např. argumentovala nutností navýšení emisí z důvodu specifických podmínek v zemi, jako jsou: velká závislost na fosilních palivech, mimořádné nároky na dopravu (řídce osídlený kontinent) a vývoz zboží s vysokým podílem energie. Snížení emisí by pro ní tudíž znamenalo velké hospodářské důsledky a ztrátu konkurenceschopnosti. Samostatnou skupinu tvoří rozvojové státy, které se k protokolu také připojily, ale neplatí pro ně žádné závazky (mezi tyto státy patří i Čína a Indie, jedni z největších znečišťovatelů ovzduší). Pokud by všechny státy dodržely stanovené podmínky pro snižování emisí skleníkových plynů došlo by do roku 2012 ke globálnímu snížení emisí o zhruba 5,2% oproti roku 1990. [3]

Podmínkou platnosti Kjótského protokolu byla ratifikace nejméně 55 státy, které zároveň produkují nejméně 55% světového množství CO<sub>2</sub> (ze skleníkových plynů byla pozornost věnována hlavně tomuto plynu). Hlavně druhá část podmínky způsobila několikaleté zpoždění při uvedení tohoto dokumentu v platnost. Problémy nastaly tehdy, když USA odmítly ratifikovat Kjótský protokol z důvodu obav ze ztráty konkurenceschopnosti (výhodná pozice Číny, která

nemusela snižovat emise) a také z důvodu pochybností o účelu takovéto dohody. Situace se vyřešila, když protokol ratifikovalo v roce 2004 Rusko, tehdy byla naplněna podmínka o produkci 55% světového množství CO<sub>2</sub> a Kjótský protokol nabyl platnosti v roce 2005.

Českou republikou byl Kjótský protokol podepsán 23. 11. 1998 na základě usnesení vlády č. 669/1998 a ratifikován 15. 11. 2001 (č. 81/2005 Sb. m. s.). Do roku 2010 ratifikovalo tento dokument 190 států.

### **Nástroje na snižování emisí CO<sub>2</sub>**

V České republice v současnosti fungují dva navzájem propojené systémy – Evropský systém emisního obchodování a mechanismy Kjótského protokolu (Mechanismus čistého rozvoje, Projekty společné realizace a Mezinárodní emisní obchodování). Následující text uvede stručnou charakteristiku těchto systémů.

#### **Flexibilní mechanismy Kjótského protokolu**

Součástí Kjótského protokolu jsou tzv. flexibilní mechanismy, které umožňují průmyslovým státům, aby snížily emise na území jiného státu nebo odkoupily od jiného státu právo vypouštět skleníkové plyny. Jsou jimi:

#### **Obchodování s emisemi (Emission Trading)**

Vychází z myšlenky, že volný trh s emisními povolenkami (permity) je možným nástrojem ke snížení celkových světových nákladů k dosažení emisních cílů. Umožňuje jednotlivým národům splnit své závazky pomocí nákupu potřebných povolenek od jiných subjektů, které jsou při procesu redukce efektivnější. V rámci tohoto mechanismu je každý účastnický stát zavázán k dodržování emisních cílů stanovených Kjótským protokolem. Na povolené množství emisí v cílovém období 2008 – 2012 obdrží povolenky, jež vlády jednotlivých států rozdělí mezi domácí subjekty na základě vlastních vzorců. Pokud tyto domácí subjekty nevyužijí přidělené povolenky k vypouštění emisí, mohou je následně prodat na trhu dalším zájemcům, kteří je potřebují k pokrytí svých vlastních emisí.

#### **Společně zaváděná opatření (Joint Implementation)**

Kjótský protokol specifikuje emisní cíle pro 38 industrializovaných zemí uvedených v tzv. Dodatku B, mezi něž patří i 11 zemí střední a východní Evropy. Mechanismus „Point Implementation“ umožňuje dosáhnout těchto emisních cílů vzájemnou spoluprací mezi těmito zeměmi. Z důvodu rozdílných nákladových podmínek mezi vyspělými státy je díky tomuto mechanismu umožněno jednotlivým zemím získávat za emisně-redukční investice v jiné zemi kredity, které odpovídajícím způsobem snižují vlastní emisní limit investujícího státu. Například Japonsko může vládními nebo soukromými emisně-redukčními investicemi v ČR snížit svůj vlastní původně stanovený cíl. Projekty podléhající tomuto režimu mohou být implementovány pouze mezi vyspělými státy s vlastními emisními závazky (tzn. mezi státy uvedenými v Dodatku B Kjótského protokolu).

#### **Mechanismus čistého rozvoje (Clean Development Mechanism)**

Mechanismus čistého rozvoje se na rozdíl od mechanismu společně zaváděných opatření zabývá principy emisně-redukčních investic z vyspělých zemí do rozvojových zemí. Tento mechanismus jednak umožní vyspělým zemím dosáhnout větší ekonomické efektivity a jednak, což je velmi důležitým důvodem, zapojí do celého procesu rozvojové země.

Tento mechanismus tedy umožní veřejným a privátním subjektům získávat díky projektům uskutečněným v rozvojových zemích kredity, které budou použity k ekvivalentnímu snížení původních emisních cílů.

### **\_ Evropský systém emisního obchodování (EU ETS)**

Evropský systém emisního obchodování (EU ETS) je v současnosti celosvětově největší fungující systém obchodovatelných povolení. Do EU ETS je zahrnuto téměř 12 000 zařízení ze sektorů energetiky, výroby oceli a železa, cementu a vápna, celulózy a papíru, sklo-keramického a rafinérií. Systém pokrývá více než 2 miliardy tun emisí CO<sub>2</sub>.

Jedná se o tzv. **cap-and-trade systém** obchodování s emisními povolenkami. Prvním nezbytným krokem pro zavedení takového systému je stanovení horní hranice množství emisí, které jsou provozovatelé zařízení oprávněni vypustit do ovzduší za jeden rok. Na toto množství jsou poté vydány povolenky.

Určování limitů emisí CO<sub>2</sub> probíhá ve dvou rovinách, nejprve se přidělí celkové množství povolenek pro jednotlivý stát a v rámci tohoto státu se pak povolenky rozdělí mezi jednotlivé emitenty.

Jelikož systém EU ETS platí pro všechny členské státy, stanovuje se sice omezení pro každý státě jednotlivě podle individuálních redukčních cílů, ale zároveň tak, aby bylo dosaženo požadovaného poklesu emisí na úrovni celé EU. Obecně lze říci, že je brán zřetel na ekonomickou výkonnost jednotlivých zemí a na její možnosti omezovat emise CO<sub>2</sub> tak, aby nebyla narušena jejich mezinárodní konkurenceschopnost. Celkové množství vydaných povolenek v jednotlivých zemích pak závisí na každém státu. Schválené limity emisí nemusí být využity zcela. Platí, že čím méně vydá stát povolenek, tím intenzivněji bude redukovat emise a zlepšovat životní prostředí. Na druhou stranu, méně povolenek může znamenat ztížené podmínky pro rozvoj průmyslu. V současné době tedy převažuje stav, kdy státy žádají méně přísné národní limity.

Po nastavení tzv. základní alokace (na úrovni EU) následuje alokace individuální (na úrovni jednotlivých států). V této fázi rozdělují pověřené orgány v členských zemích celkový balík povolenek dané země mezi jednotlivé provozovatele zařízení emitující skleníkové plyny, které spadají do průmyslových odvětví povinně zařazených do systému EU ETS.

Po ukončení této etapy jsou přiznané povolenky přiděleny na elektronické účty určené pro EU ETS, které vede správce národního registru povolenek. Prostřednictvím národního registru povolenek se pak uskutečňují veškeré transakce s povolenkami. Obchodování (fáze trade) v tomto systému je založeno na volném pohybu povolenek mezi subjekty v rámci EU, jejich cena se vytváří na trhu na základě nabídky a poptávky.

### **Kritika Kjótského protokolu**

Kritiků takto nastavené smlouvy o snižování emisí skleníkových plynů existuje řada.

V následujícím textu budou uvedeny slabé stránky Kjótského protokolu, na základě kterých se tento dokument jeví jako neúčinný politický kompromis.

Jednou z nejvíce diskutovaných oblastí protokolu je praktický účinek přijatých opatření. Např. dánský statistik B. Lomborg uvádí, že dodržení Kjótského protokolu přinese snížení globální průměrné teploty o 0,18 oC za 100 let. V tomto horizontu počítají vědci z panelu IPCC zvýšení globální teploty v intervalu 2-3 oC. Vzato z časového hlediska, dodržením Kjótského protokolu bychom teploty, která by jinak nastala v roce 2095, dosáhli v roce 2100. V praxi by to tedy znamenalo odklad globálního oteplení zhruba o pět let. Z tohoto pak vyplývá tvrzení o

minimálním účinku Kjótského protokolu. Tuto kritiku dále umocňuje fakt, že některé státy zatím nedodržují ani stanovené cíle na snižování emisí, což dále zmenšuje účinek těchto opatření.

Výrazným problémem se dále projevuje v nastavení rozdílných podmínek při obchodování s emisními povolenkami. Důležitým faktorem je zde zvolení výchozího roku 1990, se kterým je snižování emisí porovnáváno. Tím, že se rozpadl Sovětský svaz a v řadě dalších zemí střední a východní Evropy se změnil politický systém, došlo také v těchto zemích k restrukturalizaci průmyslu. Tím se v postkomunistických zemích v 90. letech výrazně snížily emise CO<sub>2</sub> a tyto země tak mají přebytky emisních povolenek. Tento přebytek kvót je někdy nazývaný tzv. „horkým vzduchem“, který mohou země prodávat nebo díky němu mohou zvyšovat emise skleníkových plynů. Tato skutečnost se nelíbí zejména rozvinutým průmyslovým zemím, které měly již před rokem 1990 ekologičtější průmysl a dnes musí snižovat limity nebo kupovat povolenky.

Třetí kritickou oblast tvoří nulové závazky rozvojových států, které sice ke Kjótskému protokolu přistoupily, ale nepřijaly žádné cíle na snižování emisí. Tudíž zde vzniká paradox, že jedni emise snižují, zároveň však jiní zvyšují průměr svými emisemi. Existuje např. předpoklad, že při současném růstu čínské ekonomiky vzrostou její emise na dvojnásobek do roku 2030.

V rozvojových zemích jako jsou Čína nebo Indie jsou stále existenční problémy pro velké množství lidí, tudíž lze předpokládat, že budou tyto země i nadále upřednostňovat ekonomický růst před snižováním emisí CO<sub>2</sub>.

### **Hledání nástupce Kjótského protokolu**

Kjótský protokol byl cílen na období 2008 -2012, koncem roku 2012 tak přestanou platit závazky na omezování emisí skleníkových plynů pro státy pod ním podepsané. Z výše uvedených kritik vyplývá, že pokud budou chtít politici uzavřít účinnější dokument, budou muset zaprvé přijmout mnohem tvrdší omezení emisí a za druhé budou muset omezení přijmout i rozvojové státy.

### **Kodaňský summit**

Za účelem dosažení nových dohod o snižování emisí skleníkových plynů se v prosinci roku 2009 konala v Kodani světová konference OSN o klimatických změnách. Kodaňský summit navštívilo 15 000 delegátů ze 192 členských zemí OSN. Toto setkání mělo velkou mediální pozornost a panovaly zde až přehnané naděje, že dojde k nějakému převratnému rozhodnutí. Hlavní bodem jednání bylo docílit, aby se k závazkům na snižování emisí skleníkových plynů připojily i rozvojové ekonomiky, zejména pak Čína a Indie. Protože opatření na snižování emisí jsou velmi nákladná, nepředpokládalo se, že by rozvíjící se ekonomiky mohly – chtěly takováto opatření financovat. Proto bylo úkolem politiků najít systém, pomocí něhož pomohou bohaté státy spolufinancovat nezbytná opatření v chudých zemích.

Celý summit se prakticky řešila jediná otázka a to jaké podmínky by byly ochotny přijmout právě rozvojové ekonomiky. Jejich důležitost spočívá hlavně v tom, že Čína a Indie patří dnes mezi největší znečišťovatele ovzduší a bez jejich zapojení nelze prakticky dosáhnout žádných pozitivních efektů.

Nejvíce aktivní v jednáních byla EU, která nabídla okamžitě uvolnit 7 miliard eur, díky nimž by rozvojové země mohly přijmout ekologická opatření v následujících třech letech. K dohodě byly nakloněné i USA, které dříve vůbec neratifikovaly Kjótský protokol. Americký prezident Obama představil jejich závazek na snížení exhalací skleníkových plynů do roku 2020 o 17 procent proti roku 2005.

Politická jednání byla však velmi obtížná, střetávaly se zde protichůdné zájmy jednotlivých účastníků, a proto jsou výsledky tohoto summitu: nezávazná vize na snížení emisí skleníkových plynů (tak aby globální teplota nevzrostla o více jak 2 oC oproti době před průmyslovou revolucí) a rozvinuté země se dále zavázaly poskytnout 30 miliard dolarů na podporu opatření v rozvojových zemích.

Výsledek Kodaňského summitu lze shrnout jako neúspěch těch, kteří požadovali celosvětovou dohodu o ochraně klimatu. Výstupem je totiž jen právně nezávazný dokument, kde si rozvojové státy nestanovily žádné cíle na snižování emisí a nebyla ani podpořena mezinárodní kontrola množství emitovaných skleníkových plynů ve všech státech. Další možnost na přijetí efektivnějšího dohody budou mít politici na konci roku 2010 na konferenci o klimatu v Mexiku.

### Švédská strategie ochrany klimatu

V rámci koncepce udržitelného rozvoje Švédska, vytváří švédská vláda strategické dokumenty pro oblast ochrany klimatu. Švédsko je jedním z průkopníků klimatické politiky, první klimatická strategie zde byla formulována v roce 1991 a dále byla uplatňována v energetické a klimatické politice státu.

Strategie ochrany klimatu stanovuje vize, plány, cíle a nástroje pro ochranu klimatu na území Švédska. Z této strategie se dále vychází při tvorbě legislativy, zavádění nových operačních programů v oblasti životního prostředí apod.

Dokumenty tohoto typu jsou kromě politiků zajímavé i pro veřejnost. Ta se zde může dozvědět obecné informace o globálních změnách klimatu, informace o stavu ovzduší ve Švédsku apod. Největší význam přináší popis a hodnocení již zavedených, nebo plánovaných politických nástrojů, uplatňovaných pro snížení emisí skleníkových plynů. Z tohoto důvodu může být tato strategie inspirativní i pro jiné státy, které plánují uplatňovat politiku ochrany klimatu. Nejdůležitější nástroje Švédské strategie ochrany klimatu budou dále rozebrány v následujícím textu. Co se týče cílů, švédská vláda vytyčila v této strategii cíl na snížení celkových emisí skleníkových plynů za období 2008 až 2012 o 4% oproti stavu z roku 1990. Dlouhodobou vizí je pak snížení průměrných emisí CO<sub>2</sub> na 4,5 t na jednoho obyvatele do roku 2050. Přitom Švédové patří již dnes mezi Evropany, kteří uvolňují do ovzduší nejméně CO<sub>2</sub> (6,7 tun na obyvatele oproti průměru v EU, který činí 9,3 tun). Do roku 2020 je stanoven plán na 50% spotřeby energie z obnovitelných zdrojů.

### Nástroje uplatňované ve Švédsku

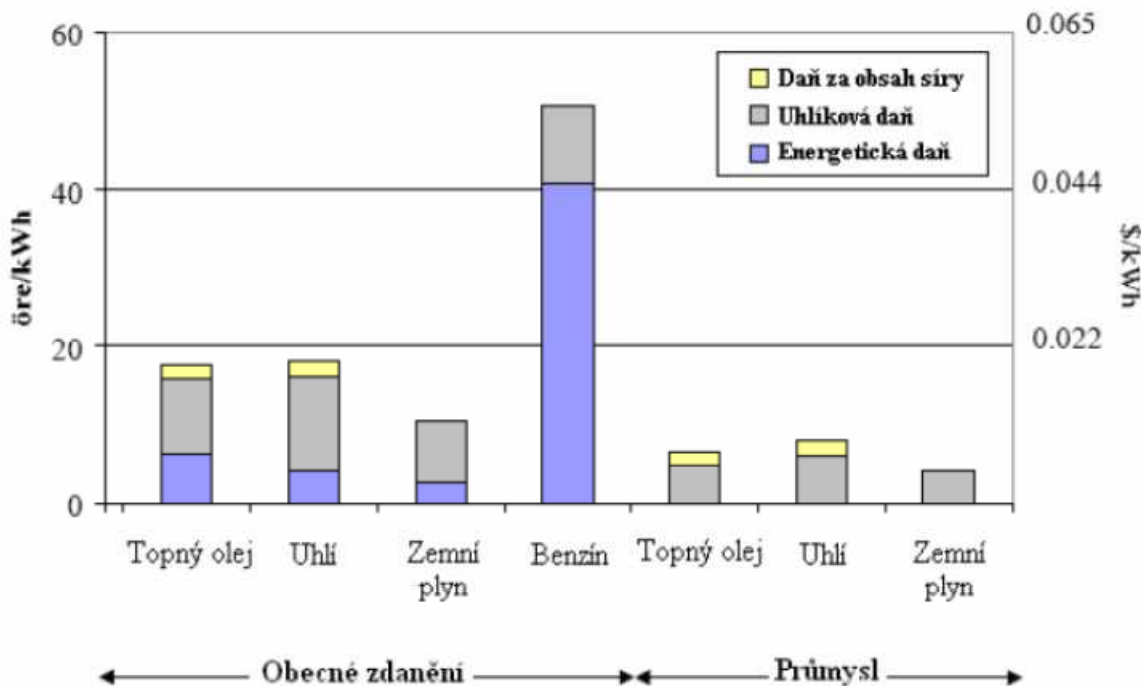
#### Ekologické daně

Daňový systém Švédska byl reformován již v 90. letech 20. stol. podle myšlenky na snížení daní z mezd a naopak navýšení nebo zavedení nových ekologických daní. Úpravy sazeb daní probíhají průběžně dodnes a to na základě revize jejich účinnosti. Výnosy z těchto daní jsou využity zejména na restrukturalizaci energetického systému a snižování emisí skleníkových plynů obecně. Spolu s Norskem bylo Švédsko v roce 1991 jednou z prvních zemí, kde došlo k zavedení tzv. **uhlíkové daně**. Tento krok byl součástí reformy energetických daní ve Švédsku, jejímž cílem bylo postupně snižovat emise skleníkových plynů.

Při reformě byla obecná energetická daň snížena o 50% a zároveň zavedena nová uhlíková daň. Výše této daně byla stanovena na 150 \$ za vyprodukovaní 1tuny CO<sub>2</sub>. Pro platbu uhlíkové daně platí určité výjimky a to, že průmysloví spotřebitelé neplatí daň z energií a mají o polovinu sníženou uhlíkovou daň a výroba elektřiny je od uhlíkové daně osvobozena úplně. Tyto zvýhodnění jsou oblastem průmyslu a výroby elektřiny poskytovány zejména z důvodu



kompenzace jejich zapojení do trhu s emisními povolenkami. Složení systému energetických daní ve Švédsku složený z daně za obsah síry, uhlíkové a energetické daně vystihuje následující graf.



Struktura ekologických daní ve Švédsku podle vybraných komodit

Nejviditelnějším efektem uhlíkové daně je větší využívání biomasy ve švédském systému dálkového vytápění. Využití biopaliv k výrobě tepla představuje zhruba 50% ze všech zdrojů využívaných v dálkovém vytápění. Ve strategii ochrany klimatu se do budoucna počítá s postupným navyšováním uhlíkové daně, se zvýšením energetické daně z motorové nafty a se spojením výše silniční daně s tím, kolik CO<sub>2</sub> vozidla vypouštějí. Od roku 2000 byla zavedena daň z odpadu. Jejím cílem bylo snížení množství odpadu ukládaného na skládkách a tím i produkce metanu. Po zavedení činila její výše 250 SEK za tunu odpadu. Od roku 2005 platí zákaz ukládání organického odpadu na skládky, což by mělo vést také ke snižování produkce metanu.

### Klimatické investiční programy

Tyto programy jsou vytvořeny pro obce a ostatní místní organizace, které z nich mohou získávat finanční prostředky na snižování emisí skleníkových plynů a k naplňování dalších environmentálních cílů. Zdrojem jednotlivých programů je státní rozpočet Švédska. Granty udílí Švédská agentura životního prostředí. Rozhodování o přidělení grantu je založeno na porovnání nákladu jednotlivých projektů a jejich příspěvků ke snižování emisí skleníkových plynů.

Klimatické investiční programy by měly vést k naplnění následujících 3 cílů:

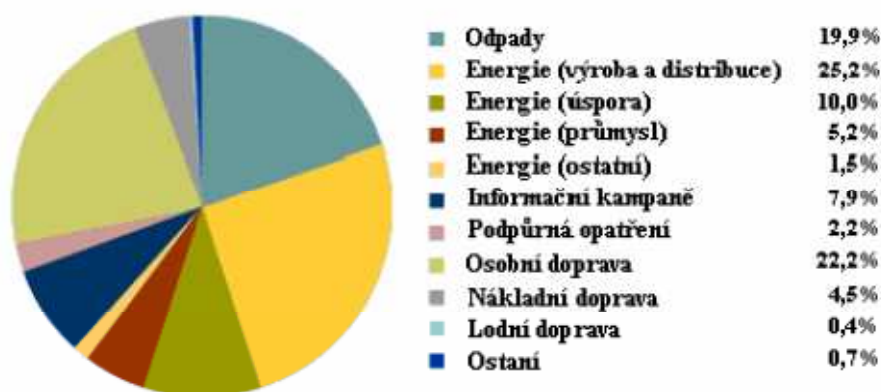
- Snižování emisí skleníkových plynů.
- Posílení spolupráce mezi obcemi, podnikatelským sektorem a ostatními místními organizacemi.

- Shromažďování a šíření znalostí a zkušeností s realizovanými projekty na snížení emisí skleníkových plynů.

Celkové prostředky poskytnuté ze státního rozpočtu do těchto programů za období 2003-2008 dosáhly výše přes 1,8 mld. SEK. Celkový investiční objem realizovaných projektů pak činil zhruba 8 mld. SEK, které představovaly cca 900 přijatých opatření ke zlepšení stavu klimatu ve Švédsku. Do těchto investičních programů bylo celkem zapojeno 67 obcí, 7 sdružení obcí, 5 krajů a 4 soukromé společnosti.

Procentuální podíl jednotlivých sektorů na celkové výši udělených prostředků uvádí následující graf.

Prostředky rozdělené v Klímp v letech 2003-2008



#### Procentuální podíl prostředků přidělených z Klimatických investičních programů do jednotlivých sektorů

Odhaduje se že, opatření, na které byly poskytnuty tyto prostředky vedly ke snížení emisí skleníkových plynů o 1,1 milionů tun CO<sub>2</sub> za rok. To odpovídá asi třetině švédského cíle, kterým je snížit množství emisí skleníkových plynů o čtyři procenta (pro období 2008-2012) ve srovnání s úrovní roku 1990. Opatření by měly přinést úsporu energie ve výši 1,2 TWh ročně. Největší snížení energetických nároků jsou v oblastech energetiky a dopravy. Mezi nejběžnější projekty financované z těchto programů patří např. rozšiřování sítě dálkového vytápění, přechod na biopaliva, opatření na podporu energetické účinnosti apod. Konkrétním příkladem projektu spolufinancovaného z klimatického investičního programu je vytvoření dálkového chladicího systému ve Stockholmu. Systém je založen na chlazení mořské vody ve skalní dutině. Při projektu byl vybudován chladicí systém a potrubní síť pro účely dálkového chlazení. Celkové náklady na realizaci projektu činily 115 mil SEK, z toho bylo z klimatického investičního programu 19,6 mil. SEK.

#### Energetická politika

Zaměřuje se hlavně na úsporu energií a nahrazování fosilních paliv obnovitelnými zdroji energie. Největší význam je ve Švédsku prisuzován zejména tzv. bioenergii. Ve Švédsku se bioenergie hojně využívá již od 90. let 20. století. Množství vyrobené energie z přírodních zdrojů neustále roste, v roce 1999 se např. vyrobilo 94 TWh za rok. Biopaliva se využívají zejména v dálkovém vytápění, kde nahrazují fosilní paliva. Toto má dvojitý pozitivní efekt při snižování emisí CO<sub>2</sub>, jelikož jsou biopaliva využívána v elektrárnách a také se neustále zvyšuje počet přípojek na dálkové vytápění, čímž jsou nahrazovány kotle na fosilní paliva. Jelikož Švédsko disponuje rozsáhlými zalesněnými plochami, existuje zde předpoklad pro využívání biopaliv i v jiných

oblastech, např. pro výrobu ethanolu ze surového dřeva. Pozornost je také věnována podpoře rozvoje větrných elektráren, pro které jsou ve Švédsku dobré větrné podmínky. Sluneční energie je využívána hlavně pro individuální ohřev vody a tepla.

### **Dopravní politika**

Doprava produkuje ve Švédsku zhruba 40% veškerých emisí CO<sub>2</sub>, z toho 2/3 vyplývají z osobní dopravy. Pozornost je v dopravní politice směřována hlavně na tuto oblast dopravy. Předpokládá se, že do roku 2020 vrostou spotřeba biopaliv na 10% celkové spotřeby v tomto odvětví. Do roku 2030 by pak ve Švédsku chtěli mít vozový park nezávislý na fosilních palivech. Těchto cílů má být dosaženo nahrazením spotřeby fosilních paliv využíváním alternativních paliv a rozšířením dopravních prostředků využívajících elektrickou energii. Švédská vláda má v úmyslu vytvářet přísnější standardy pohonných hmot, navrhuje velkým městům možnost zavést zpoplatnění vjezdu do centrální části města a podporuje preferování železniční a lodní nákladní dopravy. Ve strategii se počítá s podporou alternativních paliv např. formou daňového zvýhodnění pro ekologicky uzpůsobené automobily.

### **Územní plánování**

Prioritou je podpora výstavby a rozvoje sítí dálkového vytápění, tepelných čerpadel a zateplování pláštěů budov realizovaná formou dotací a poradenské činnosti. Dále byly přijaty přísné normy energetické náročnosti pro nově postavené budovy. V novele stavebního zákona bude počítáno s omezením výstavby nákupních center na okrajích měst, které zvyšují nároky na dopravu. Novým trendem je směřovat objekty s funkcí komerční a pracovní blíže k oblastem s funkcí bydlení. Při zadávání veřejných zakázek je stanoveno posuzovat kritérium vlivu na životní prostředí a energetické náročnosti jednotlivých variant. Počítá se také s podporou švédského dřevozpracujícího průmyslu tak, aby se zvýšila nabídka dřeva jako stavebního materiálu, který je šetrný k životnímu prostředí a má dobré izolační vlastnosti.

### **Literatura**

BARROS, Vicente. Globální změna klimatu. 1.vyd. Praha: Mladá fronta 2006. ISBN 80-204-1356-1.

BRANIŠ, Martin, HŮNOVÁ, Iva. Atmosféra a klima – aktuální otázky ochrany ovzduší. 1.vyd. Praha: Nakladatelství Karolinum 2009. ISBN 978-80-246-1598-1.

FLANNERY, Tim. Měníme podnebí-Minulost a budoucnost klimatických změn. 1.vyd. Praha: Dokořán 2007. ISBN 978-80-7363-121-5.

GORE, Al. Nepříjemná pravda. 1.vyd. Praha: Argo 2007. ISBN 978-80-7203-8668-8.

KADRNOŽKA, Jaroslav. Globální oteplování Země. Příčiny, průběh, důsledky, řešení. 1.vyd. Brno: VUTIUM 2008. ISBN 978-80-214-3498-1.

KUTÍLEK, Miroslav. Racionálně o globálním oteplování. 1.vyd. Praha: Dokořán 2008. ISBN 978-80-7363-183-3.

LOMBORG, Bjorn. Zchlad'te hlavy! Skeptický ekolog o globálním oteplování. 1.vyd. Praha: Dokořán 2008. ISBN 978-80-7363-188-8.

PROCHÁZKA, Pavel. Evropský systém obchodování s emisními povolenkami a jeho dopady na jednání relevantních subjektů v ČR. Brno, 2008. Diplomová práce. Masarykova univerzita v Brně.

Kolektiv CPP 2010