

2. SOUČASNÝ STAV PROBLEMATIKY

V posledních 400 tisících letech nebylo zemské klima nikdy příliš stabilní a teplá období se střídala s ledovými dobami v cyklech s periodou kolem 100 až 130 tisíc let. Podle paleoklimatologických měření se v teplých obdobích vždy současně vyskytovaly i nadprůměrné koncentrace oxidu uhličitého. Ostatně za přítomnost přirozeného množství těchto plynů v atmosféře člověk vlastně může vděčit tomu, že je průměrná teplota Země přibližně o 33°C vyšší, než by byla, kdyby žádné skleníkové plyny neexistovaly. Současná epocha spadá spíše do teplejší periody uvedených fluktuací. Nicméně i v těch historicky nejteplejších obdobích se koncentrace oxidu uhličitého pohybovaly na úrovni kolem 280 ppbv. Jeho koncentrace však v posledních desetiletích extrémním způsobem narůstají a na počátku 21. století již dosahují hodnot nad 360 ppm³; výrazně vzrostly i koncentrace metanu a vyskytují se i nové plyny, které v minulosti vůbec neexistovaly.

Současné vědecké poznatky dokazují, že antropogenní produkce skleníkových plynů klimatický systém Země ovlivňuje. Vzhledem ke složitosti celého systému, včetně všech složitých vzájemných vazeb, je však zatím nesmírně obtížné podíl člověka na celkové změně klimatu exaktně kvantifikovat. Další nárůst teploty však bude klimatický systém ještě více destabilizovat, což se bude v různých částech planety projevovat odlišně a jednotlivé složky přírodního prostředí na ni budou reagovat rozdílně.

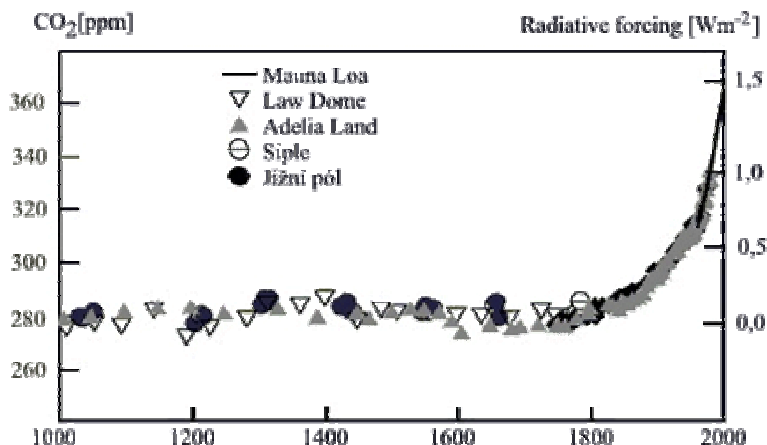
Při posuzování globálních dopadů nárůstu antropogenních emisí skleníkových plynů je třeba si uvědomit, že snaha snížit koncentrace skleníkových plynů na předindustriální úroveň kolem 280 ppm by znamenala snížení stávajících emisí o více než 50 %. To ale, jak ukazuje dosavadní vývoj jednání kolem Kjótského protokolu (snížení emisí v průměru o 5,2 %), není zatím příliš realistické.

2.1 Podstata, vývoj a dopady změny klimatu

2.1.1 Skleníkový efekt

Teplota naší planety je určována rovnováhou mezi energií přicházející od Slunce ve formě krátkovlnného záření a energií vyzařovanou Zemí do okolního vesmíru. Krátkovlnné sluneční záření prochází zemskou atmosférou a ohřívá zemský povrch. Dlouhovlnné záření zemského povrchu je z části atmosférou pohlcováno a opětovně vyzařováno. Část energie se tak vrací zpět k zemskému povrchu, který se společně s nejspodnějšími částmi atmosféry ohřívá. Tento jev je často přirovnáván k funkci skleníku a proto se označuje jako skleníkový efekt a plyny, které jej způsobují jsou nazývány skleníkovými plyny. Pokud by skleníkový efekt neexistoval, teplota zemského povrchu by byla oproti současnému stavu asi o 33°C nižší a planeta Země by se tak stala pro život, alespoň ve dnešní podobě, zcela nepřijatelnou. Koncentrace skleníkových plynů jsou však v současnosti vysoko nad předindustriální úrovní (kolem roku 1750) a stále narůstají. Klima je též ovlivňováno aerosolovými částicemi antropogenního původu, které sluneční energii rozptylují, odrážejí ji zpět do vesmíru a přispívají naopak k ochlazení atmosféry.

³ ppm (parts per million) vyjadřuje koncentraci plynů ve vzduchu; je to koncentrace v objemových částech v milionu; 1 ppm je jedna částice v milionu částic vzduchu neboli desetitisícina objemového procenta

Obrázek 1: Nárůst koncentrací CO₂

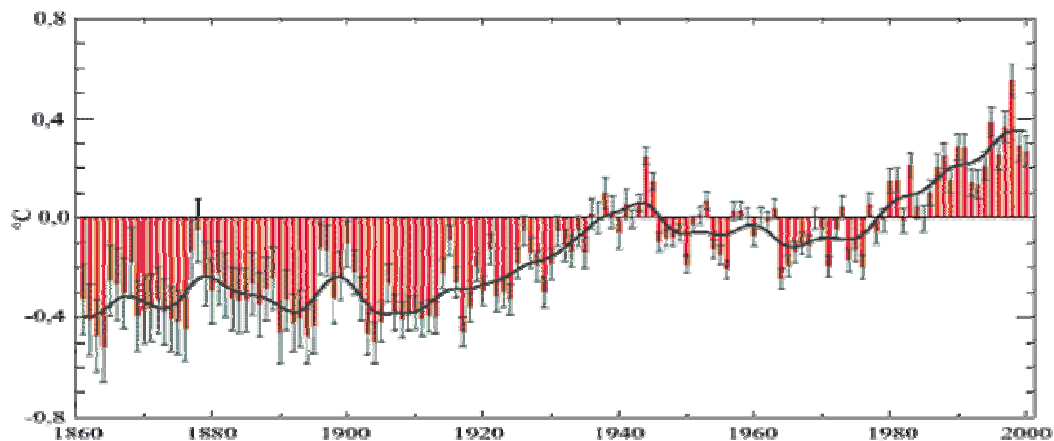
Zdroj: IPCC

Hlavními antropogenními skleníkovými plyny spadajícími pod mezinárodní kontrolu v rámci Kjótského protokolu jsou oxid uhličitý, metan, oxid dusný, částečně a zcela fluorované uhlovodíky a fluorid sírový. Koncentrace oxidu uhličitého vzrostla od roku 1750 o 31% na hodnotu 367 ppm v roce 1999 a jde tak pravděpodobně o nejvyšší hodnotu, které bylo za uplynulých 400 tisíc let dosaženo (viz Obrázek 1:). Koncentrace metanu vzrostly za stejné období o 151%, koncentrace oxidu dusného o 17 % a koncentrace troposférického ozónu o 35%. Fluorované uhlovodíky a fluorid sírový jsou látkami novými, které se kolem roku 1750 vůbec nevyskytovaly.

2.1.2 Pozorovaná změna klimatu a předpokládaný vývoj

Podle měření a pozorování Mezivládního panelu pro změnu klimatu (Intergovernmental Panel on Climate Change - IPCC) vzrostla průměrná globální teplota v posledním století o 0,6 °C (viz Obrázek 2:); za posledních 140 let bylo sedm z deseti nejteplejších roků zaznamenáno v poslední dekádě 20. století. Ve 20. století byl rovněž pozorován pokles rozsahu téměř všech pevninských ledovců, ve druhé polovině minulého století se i snížil rozsah oceánských ledovců o 10 až 15% a stále se zvyšuje hladina oceánů o 1,5 mm ročně, což v průběhu 20. století vedlo k vzestupu hladiny oceánů o 10 až 20 cm. Srážkové úhrny ve středních a vyšších zeměpisných šířkách na kontinentech severní polokoule se zvýšily, nárůst byl zaznamenán rovněž na kontinentech v tropických oblastech; k poklesu srážek došlo v subtropických oblastech severní polokoule. Ve středních a vyšších zeměpisných šířkách se ve druhé polovině 20. století zvýšila četnost výskytu extrémních srážkových situací.

Obrázek 2: Průběh pozorované změny teploty

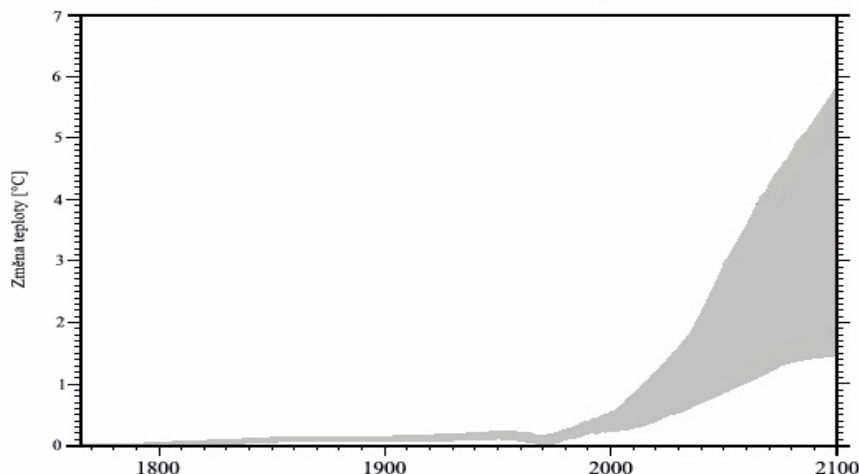


Zdroj: IPCC

Modelová simulace dalšího vývoje naznačuje nárůst průměrné teploty ke konci 21. století o dalších 1,4 až 5,8 °C (viz Obrázek 3:). V tomto rozpětí je zahrnuto jak široké spektrum představ o vývoji emisí skleníkových plynů v budoucnu, tak i různá citlivost klimatických modelů. Lze předpokládat, že i nadále bude pokračovat redukce pevninských a oceánských ledovců a hladina oceánů se zvýší o dalších 10 až 90 cm. Slábnutí oceánické cirkulace v severním Atlantiku povede k zeslabení přenosu tepla do vysokých zeměpisných šířek severní polokoule. Ve vyšších zeměpisných šířkách bude pokračovat nárůst koncentrace vodní páry v atmosféře a objemu atmosférických srážek, který bude kompenzován poklesem srážek v subtropických a rovníkových oblastech.

Dopady změny klimatu nejvíce projeví v příbřežních oblastech a v malých ostrovních státech a zejména v sektorech zemědělství a vodního hospodářství, na přírodních ekosystémech a v ohrožení lidského zdraví. Příbřežní oblasti a malé ostrovní státy budou významně ohroženy zatopením po předpokládaném vzestupu hladin moří a oceánů. Nižší srážkové úhrny a vzestup teploty povede ke snížení rozlohy tropických pralesů, které jsou zároveň dramaticky mýceny v důsledku nárůstu populace, a následně k rychlejšímu nárůstu koncentrací oxidu uhličitého. Výrazné poklesy průměrných zemědělských výnosů lze očekávat zejména v Africe, na Středním východě a v Indii. Pro asi 3 miliardy lidí ze severní Afriky a Středního Východu nebude dostatek vodních zdrojů. Malárie v Číně a centrální Asii může ohrožovat až o 300 milionů lidí více než doposud. Je třeba též počítat se zvýšenou „ekologickou“ migrací obyvatelstva z důvodů zvýšeného ohrožení některých regionů.

Obrázek 3: Projekce změny teploty do konce 21.století podle jednotlivých scénářů



Zdroj: IPCC

2.1.3 Adaptační opatření

Rozsah dopadů změny klimatu závisí na schopnostech a možnostech využití veškerých dostupných opatření, tj. snižování emisí skleníkových plynů, i volby vhodných adaptačních opatření. Ta mají za úkol připravit přírodní a antropogenní systémy na postupně se měnící klimatické podmínky; na rozdíl od snižování emisí nepůsobí proti zesilujícímu vlivu skleníkového efektu. Schopnost adaptace závisí na dostupnosti finančních zdrojů, technologií, úrovni vzdělání, přístupných informacích, vhodném plánování a podmínkách infrastruktury. Obecně platí, že ekonomicky a společensky vyspělejší státy mají v porovnání se státy rozvojovými nepoměrně rozsáhlejší možnosti adaptace.

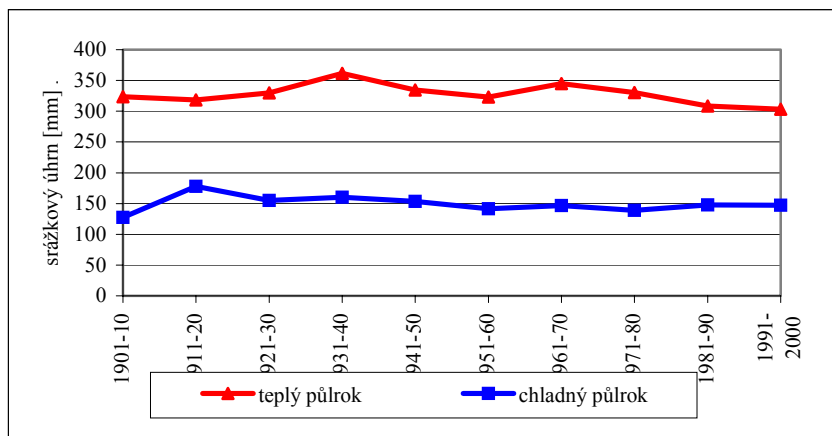
2.1.4 Projevy změny klimatu v ČR

Základem pro odhady dopadů změny klimatu jsou výpočty parametrů vybraných klimatických prvků (např. přízemní teplota vzduchu, srážky, rychlost větru, globální záření, vlhkost vzduchu, atp.), na jejichž základech lze provádět odhad regionální změny klimatu. Aktualizované regionální scénáře, udávající pravděpodobný výhled změn k roku 2050 vycházejí z výstupů globálních cirkulačních modelů HadCM2⁴ a ECHAM4⁵, které dostatečně spolehlivě popisují současné regionální klima a byly proto pro naše území vybrány jako nejvhodnější. Jejich důležitým omezujícím faktorem je, že neuvažují přirozené kolísání klimatu, které může mít rozpětí srovnatelné s velikostí změn vyvolaných nárůstem koncentrací skleníkových plynů. Analýza výsledků modelových scénářů ukazuje, že v regionálním měřítku lze do roku 2050 předpokládat zvýšení ročního průměru teploty vzduchu o 0,9 až 3,0°C a pokles ročních úhrnů srážek o 0,2 až 0,6%. Modelové hodnoty změn jsou vždy zatíženy určitým stupněm nejistoty, který roste se zmenšujícím se horizontálním měřítkem, u jednotlivých klimatických veličin se liší a klesá od změn denních hodnot, přes hodnoty měsíční, roční až ke změnám za zpracovávaná desetiletí.

⁴ model cirkulace oceánů a atmosféry, vyvinutý v Hadley Centre, Bracknell

⁵ globální cirkulační model vyvinutý, v Max-Planck-Institut für Meteorologie, Hamburg

Obrázek 4: Charakteristická změna teploty v ČR ve 20.století (Praha-Klementinum)

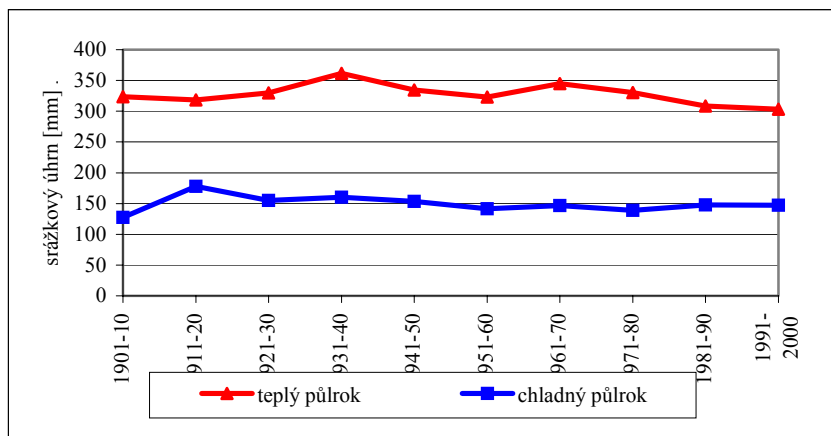


Zdroj: ČHMÚ

Období 1981 – 2000 bylo podle všech obvyklých teplotních charakteristik teplejší než období 1961 – 1980 a poslední desetiletí (1991 – 2000) bylo v uplynulých 40 letech jednoznačně nejteplejším. Současný obvyklý roční chod srážek je jednoduchý s maximem v letních měsících (červen až srpen); v řadě případů se vyskytuje vedlejší maximum rovněž v listopadu. Minimální úhrny srážek zůstávají v periodě 1961 – 2000 v období ledna a února s vedlejším minimem v říjnu.

Analýza změn ve variabilitě a četnosti výskytu vybraných extrémních povětrnostních jevů ukazuje na zvyšování maximálních teplot vzduchu v posledním desetiletí. Změny maximálních denních teplot, počtů dní s extrémními teplotami a střídání extrémně teplých, resp. chladných období jsou zejména v letním období statisticky významná. Rovněž rozbor charakteristik srážkových extrémů naznačuje během posledního desetiletí jisté změny. Zřetelný je např. pokles počtu dní se srážkami nad daným limitem v jarním období a naopak mírný nárůst na podzim. Rozbor sezónních změn ukazuje, že na jaře, resp. na podzim se uplatňuje celkový pokles, resp. vzestup, počtu dní téměř pro všechny limitní hodnoty. V létě a v zimě jde spíše o posun k vyšším srážkovým úhrnům. Vzhledem ke značné prostorové proměnlivosti srážek na území ČR je třeba dosavadní výsledky interpretovat opatrně a, stejně jako u teploty, je prozatím nelze jednoduchým způsobem extrapolovat na obecné regionální klima 21. století.

Obrázek 5: Charakteristická změna srážek v ČR ve 20. století (Praha-Klementinum)



Zdroj: ČHMÚ

Výstupy jednotlivých variant scénářů byly použity pro odhad dopadů v sektorech hydrologie, zemědělství, lesním hospodářství a zdravotnictví. Pro všechny sektory byla použita shodná vstupní data a proto lze rozsah a velikost dopadů modelované změny klimatu na jednotlivé sektory vzájemně porovnávat. Všechny varianty scénářů a všechny použité hydrologické modely naznačují pokles průměrných průtoků o 15-20% (optimistická varianta) či o 25-40% (pesimistická varianta). Obdobné poklesy byly zaznamenány i u minimálních průtoků a u minimálních odtoků podzemních vod. Vlivem vyšších teplot v zimních měsících se redukuje či zaniká zásoba vody ze sněhu a zvyšuje se územní výpar. To vede k posunu zvýšených průtoků a zásob podzemní vody z jara do konce zimy a k významné redukci jejich množství. Vodní nádrže snížením průtoků a zvýšením výparu budou mít snížené schopnosti zabezpečovat a vyrovnávat odběry. Povodí s výraznými akumulacími prostory ve formě zásob podzemní vody nebo přehradních nádrží jsou vůči dopadům odolnější. V souvislosti se zvýšenou variabilitou rozložení srážek a extremalitou počasí narůstá riziko povodní a záplav.

Zemědělství je ovlivněno mnoha přírodními faktory, ale na rozdíl od lesnictví či vodního hospodářství lze skladbu a způsoby hospodaření jednodušeji ovlivnit. V důsledku krátkého vegetačního období většiny zemědělských plodin, využívání intenzivních technologií, rychlé obměny pěstovaných odrůd, změny druhové skladby, aj. je přesné vymezení dopadů ztíženo. Mezi pozitivní důsledky změny klimatu lze zařadit prodloužení bezmrazového období o 20-30 dnů a v mnoha oblastech i posunutí počátku i konce vegetačního období. Vyšší teploty vzduchu prodlouží vegetační období a ovlivní období zrání či sklizně, které bude uspíšeno o 10-14 dnů. Dalším z příznivých dopadů změny klimatu je zvýšení rychlosti fotosyntézy nárůstem koncentrací oxidu uhličitého a snížení nároků na vodu. Mělo by být vytvořeno i dostatečné teplotní zajištění pro pěstování teplomilných kultur (např. polorané odrůdy kukuřice na zrno, rané odrůdy vinné révy). S ohledem na zvýšení pravděpodobnosti výskytu vysokých denních úhrnů srážek (nad 10 mm) je třeba počítat s vlivy na erozi půdy; výměra půdy ohrožené erozí se zvýší minimálně o 10%. Změní i podmínky pro rozšíření a plošné působení zemědělských škůdců a chorob (houbovité choroby, např. plíseň bramborová a plíseň chmelová).

Zvýšenou koncentrací CO₂ budou ovlivněny růstové nároky dřevin v lesích. S výjimkou vztahu k možným škodlivým biotickým činitelům lze očekávat jednoznačně pozitivní dopad na růstovou aktivitu a odolnost porostů lesních dřevin. Zvýšení průměrné teploty se projeví i zvýšenou teplotou půdy pod porosty lesních dřevin,

což zvýší výpar z půdního povrchu a společně s poklesem srážek způsobí na stanovištích s nižšími srážkami zhoršení vodní bilance. V synergii s vyššími teplotami v létě a zvýšením srážkového deficitu může docházet k destabilizaci a rozpadu smrkových porostů v nižších polohách. Zhoršený zdravotní stav porostů spolu s vyššími teplotami zvýší riziko gradace výskytu podkorního hmyzu, především lýkožrouta smrkového.

Posouzení zdravotních dopadů je zatím značně problematické, neboť většina poruch lidského zdraví je způsobena více faktory a odehrává se na pozadí ekonomických, společenských, demografických a celkových změn v životním prostředí a životním stylu. Za hlavní negativní dopady lze ve střední Evropě považovat častější výskyt stresu z horka a rozšíření lymfské boreliózy. Mezi pozitivní dopady patří snížení zimní úmrtnosti ve vazbě na podchlazení a omezení výskytu klíšťové encefalitidy.

2.2 Rámcová úmluva a Kjótský protokol

Problematika globální změny klimatu se poprvé dostala na mezinárodní scénu v roce 1979 při První světové klimatické konferenci v Ženevě. Významnějšího pokroku došlo v roce 1988, kdy WMO a UNEP založily z podnětu rezoluce Valného shromáždění OSN č.43/53 Mezivládní panel změny klimatu (IPCC), jako nezávislý vědecký a technický orgán. V letech 1990, 1992, 1995 publikoval panel IPCC hodnotící zprávy, které postupně přinášely aktualizaci mezinárodně akceptovaných vědeckých výsledků o změně klimatu; poslední zpráva byla publikována v roce 2001 (<http://www.ipcc.int>). Čtvrtá hodnotící zpráva, na které byly práce zahájeny v roce 2003 bude vydána v roce 2007.

Rovněž z podnětu Valného shromáždění OSN byla v roce 1990 zahájena mezinárodní politická jednání, která v roce 1992 vyústila v přijetí Rámcové úmluvy OSN o změně klimatu. Jejím základním cílem je vytvoření předpokladů pro urychlenou stabilizaci koncentrací skleníkových plynů v atmosféře na takové úrovni, která by zabránila nebezpečné interferenci antropogenních vlivů s klimatickým systémem; úmluva vstoupila v platnost v roce 1994 a podepsalo ji 186 států.

Zásadním průlomem se stala Třetí konference smluvních stran (Kjóto, 1997), na které byl přijat text Kjótského protokolu k Rámcové úmluvě. Přestože vznikl po velmi složitých jednáních, neřeší otázky spojené s jeho uplatňováním a stanovuje pro ekonomicky vyspělé státy pouze závazné redukční cíle s tím, že podrobnosti jejich naplňování budou dořešeny dodatečně. Protokol vstoupí v platnost tehdy, bude-li ratifikován nejméně 55 státy Dodatku I⁶ Úmluvy, které zároveň svými celkovými emisemi skleníkových plynů pokryjí 55% celkových emisí skleníkových plynů všech ekonomicky vyspělých států⁷ dle stavu v roce 1990. Do listopadu 2003 byl Protokol ratifikován 119 státy, které však pokrývají pouze 44,2 % emisí. Řada technických implementačních záležitostí byla přijata na Sedmé konferenci v roce 2001.

2.3 Flexibilní mechanismy

Na podporu plnění redukčních závazků jsou Kjótským protokolem navrženy tři doplňkové mechanismy. Jde o projekty společné implementace dle čl. 6, emisní obchodování dle čl.17 a mechanismus čistého rozvoje dle čl.12 Protokolu. Jejich uplatňování minimalizuje náklady na snižování emisí a vychází z fyzikální a

⁶ státy vyjmenované v Dodatku I Úmluvy; jde o ekonomicky vyspělé státy světa a státy, které se nacházely v přechodu k tržní ekonomice

⁷ jde o 39 států vyjmenovaných v Příloze B Protokolu, včetně České republiky (též státy Dodatku I Úmluvy)

chemické povahy skleníkových plynů⁸. Jelikož se náklady na snižování emisí v jednotlivých státech značně liší, je logické, aby redukční opatření byla realizována především tam, kde jsou jednotkové náklady nejnižší. Podle protokolu mají být tyto mechanismy však být v rámci jednotlivých států pouze doplňkovými nástroji k přímým opatřením emisí. Vytvořením finančních zdrojů mají následně napomáhat přijímání opatření ke snižování emisí na národní úrovni, která by nebylo možno bez této podpory pravděpodobně provést nebo jejich přijímání bylo složité.

2.3.1 Projekty společné implementace

Cílem projektů mezi státy Dodatku I (ekonomicky vyspělé státy) je tvorba kreditních jednotek, které jsou potvrzením a kvantifikací úspor emisí vzniklých realizací určitého projektu. O vzniklé jednotky se podělí investor a hostitel projektu podle smluvené dohody; implementace tohoto typu projektů přináší jistotu realizace aktivních opatření na snižování emisí. Investory projektů je řada ekonomicky vyspělých států OECD (s výjimkou států nacházejících se v přechodu k tržní ekonomice). Mezi hostitelské státy patří zejména státy s přechodovou tržní ekonomikou. Realizace projektu přináší nutnost zpracování základní vývojové emisní linie (baseline), která je definována jako hypotetická emisní úroveň, která by nastala v případě neuskutečnění projektu. Tato fiktivní hodnota slouží k výpočtu množství uspořených emisních jednotek (kreditů) a je dána rozdílem emisí, které by byly hypoteticky emitovány starou technologií a které jsou ve skutečnosti emitovány technologií novou. Nutnou podmínkou pro stanovení emisních úspor je monitoring emisí, který by měl využívat všech dostupných informací o reálných emisích a měl by probíhat obdobným procesem jako je prováděna emisní inventura. Vykazování údajů o realizaci projektu a přinášených úsporách probíhá jednotnou formou; závěrečnou fází je kontrola a ověření veškerých údajů nezávislým auditorem.

Podle dosavadních zkušeností by mohly být v budoucnu zásadní překážkou relativně vysoké náklady na realizaci projektu, které musí pokrývat celý přípravný proces, monitoring emisí a verifikaci a validaci uspořených jednotek. K převodu kreditních emisních jednotek mezi oběma stranami může docházet až od roku 2008, a to pokud budou splněny požadavky Směrnic pro implementaci společných projektů v podobě stanovené v dodatku k usnesení 16/CP.7⁹.

2.3.2 Mezinárodní emisní obchodování

Emisní obchodování lze považovat za účinný ekonomický nástroj na snižování dopadů na životní prostředí, který využívá tzv. obchodovatelných povolení. Uspořené emisní jednotky bude možno prodat (resp. koupit) na mezinárodním emisním trhu. Státy, které se budou chtít účastnit mezinárodního emisního obchodování s převodem emisních jednotek, musí splnit řadu podmínek, specifikovaných v dodatku usnesení 18/CP.7¹⁰. Jejich nesplnění bude mít za následek vyloučení z mezinárodního obchodování, popřípadě zrušení již provedených transakcí.

2.3.3 Mechanismus čistého rozvoje

Jde o dobu projektů společné implementace s tím rozdílem, že hostitelskou stranou je rozvojový stát. Tyto projekty mají za úkol pomoci této skupině států dosáhnout udržitelného rozvoje a splnit tak jeden ze základních principů Úmluvy. V nejbližších letech se nepředpokládá, že by se ČR do těchto projektů zapojovala.

⁸ z hlediska dopadů na změnu klimatu nezáleží na tom, v kterém místě jsou plyny do atmosféry emitovány a ve kterém státu snížení emisí nastane

⁹ FCCC/CP/2001/13/Add.2

¹⁰ FCCC/CP/2001/13/Add.2