

Weather derivatives trading in the world

Obchodování s klimatickými deriváty ve světě

Jindřich Špička¹

Abstract

The aim of the paper is to describe and evaluate the development of weather derivatives market as well as to make a market outlook. The analysis is based on annual surveys of WRMA and PricewaterhouseCoopers, which are available for WRMA members only. Results are classified by type of the underlying index, by region and by sector. The weather derivatives market has been growing, as shown by expanding the spectrum of underlying indices, larger group of parties interested in weather derivatives compared to the original group of mostly energy companies. Trading is also rapidly expanding into other regions beyond the North America. One of the major obstacles for the development of weather derivatives is the basis risk arising from weak correlation between the underlying index and the key variable of economic results of enterprises.

Key words

Weather derivatives; Risk management; Innovation; Hedging.

JEL Classification: G10, G32

1. Úvod

Počasí a měnící se klimatické podmínky významným způsobem ovlivňují ekonomické procesy po celém světě. Například podle nejnovějších výsledků výzkumu Národního centra pro výzkum atmosféry v USA (NCAR, *National Center for Atmospheric Research*) je možné ekonomické dopady počasí v USA vyčíslit ročně na 485 mld. USD (Lazo et al., 2011). V analýze zahrnují autoři přímé i nepřímé vlivy počasí, od lesních požárů, přes včasnost příletů a odletů letadel, až po vrcholy poptávky po elektrické energii spotřebované klimatizacemi. S využitím ekonomického modelu založeného na historických ekonomických datech a dlouhodobé časové řadě meteorologických dat vyčíslili vliv běžného průběhu počasí na 3,4 % HDP USA (2008). Nejcitlivějšími sektory na průběh počasí jsou primární sektory - těžba nerostných surovin a zemědělství. Těžba surovin je ovlivněna fluktuacemi v poptávce po ropě, zemním plynu a uhlí. V zemědělství je počasím ovlivněna primárně rostlinná výroba, následně pak prostřednictvím krmivové základny také živočišná výroba. Naopak jako nejméně citlivá odvětví byly identifikovány velkoobchod, maloobchod a služby. Podobné analýzy

¹ Ing. Jindřich Špička – asistent, doktorand; Vysoká škola ekonomická v Praze, Fakulta podnikohospodářská, Katedra podnikové ekonomiky, nám. W. Churchilla 4, 130 67, Praha 3 (jindrich.spicka@vse.cz).

Článek je zpracován jako jeden z výstupů výzkumného projektu *Řízení příjmových rizik v zemědělských podnicích s využitím klimatických derivátů* registrovaného u Interní grantové agentury VŠE pod evidenčním číslem F3/01/2010.

citlivosti národních a sektorových ekonomik na počasí jsou rovněž dostupné v další odborné literatuře (Dutton, 2002; Roth et al, 2008; Friedberg, 2010).

V době probíhajících klimatických změn je potřeba hledat efektivní nástroje pro řízení rizika volatility počasí. Jedním ze zajímavých nástrojů s růstovým potenciálem jsou tzv. klimatické deriváty (*weather derivatives*). Klimatické deriváty jsou kontrakty, jejichž výplata je určena budoucím průběhem počasí (Dishel, 2002, s. 8). Princip klimatických derivátů je založen na objektivním, transparentním a snadném měření určitého externího faktoru, a vzájemná korelace s dosaženými výnosy, ziskem nebo cash flow a prostorová korelace jsou podmínkou využití těchto produktů (Triana, 2010, s. 42). Klimatické deriváty jsou vymezeny dobou trvání kontraktu, veličinou charakterizující průběh počasí (srážky, teplota vzduchu, rychlost větru atd.), místem měření proměnné počasí (referenční meteorologická stanice), indexem obsahujícím veličinu charakterizující průběh počasí v průběhu doby trvání kontraktu, výplatní funkcí (*pay-off*), která převádí hodnotu indexu do finanční hodnoty kritériální proměnné, a u některých typů kontraktů také tzv. prémii.

Podkladovým „aktivem“ klimatických derivátů bývají nejčastěji HDD (*Heating Degree Days*) nebo CDD (*Cooling Degree Days*), případně úhrn srážek, rychlost větru atd. HDD, resp. CDD je možno chápat jako počet stupňů, o které byla průměrná denní teplota vzduchu pod/nad svojí bazickou úroveň (dlouhodobý průměr, 18°C atd.). Počet tzv. degree days (DD) se kumuluje v průběhu určitého období a je následně porovnán se zafixovanou bazickou hodnotou. Parametrem zajištění je výše kompenzace vztažená k 1 DD.

Cílem článku je zhodnotit dosavadní vývoj trhu s klimatickými deriváty a naznačit možné budoucí směřování tohoto nového specifického trhu. Přehled zahrnuje jak klimatické deriváty obchodové na burzovním trhu, tak na mimoburzovním OTC² trhu.

2. Metodika a datové zdroje

Analýza je založena na průzkumech, které každoročně realizuje společně WRMA (*Weather Risk Management Association*) a PwC (*PricewaterhouseCoopers*). Výsledky jsou k dispozici pouze členům WRMA, které je autor tohoto článku členem. Šetření pokrývá především OTC trh, data o burzovním trhu poskytuje burza Chicago Mercantile Exchange (CME), která je organizátorem světového burzovního trhu s klimatickými deriváty. V březnu každého roku je realizována distribuce dotazníků, které se účastní průměrně 10 až 20 primárních respondentů z řad významných světových energetických a finančních společností (tabulka 1). Tito respondenti provádějí následně v dubnu vlastní šetření mezi konečnými uživateli kontraktů na počasí (sekundární respondenti).

² OTC (over the counter market) = mimoburzovní trh, kde podmínky obchodu nejsou standardizovány.

AGL Energy Ltd.
CelsiusPro
Centrica
Coriolis Capital
EDF Trading
Eon Energy Trading
Galileo Weather Risk Management
MMC Securities
MSI Guaranteed Weather
Munich Reinsurance Company
Origin Energy
RenRe Energy Advisors Ltd
Risk Solutions International
Swiss Re

Tabulka 1: Seznam primárních respondentů v sezónách 2009/2010 a 2010/2011

Koneční uživatelé jsou tříděni podle hospodářských sektorů a jsou shromažďovány informace o typech klimatických derivátů, s nimiž obchodují. Do šetření nejsou zahrnuty obchody realizované v rámci burzy CME, které jsou uváděny samostatně burzou (objem a typ kontraktů, nominální hodnota). Z hlediska typu kontraktu jsou v dotazníku diferencovány kontrakty na teplotu vzduchu (index HDD, CDD a jiné indexy teploty vzduchu³) a zvláště kontrakty založené na jiném indexu, než je teplota vzduchu (úhrn srážek dešťových a sněhových, výška sněhové pokrývky, rychlost větru, jiné podkladové indexy⁴). Ze sezónního hlediska jsou kontrakty členěny na zimní a letní, podle toho zda je předmětem zájmu spotřeba energie k vytápění či klimatizaci. Geograficky jsou regiony rozděleny na severoamerický kontinent (západ, středozápad, východ, jih), Evropu, Austrálii a Asii. Struktura konečných uživatelů klimatických derivátů je uvedena v tabulce 2, z níž vyplývá i míra využívání klimatických derivátů v jednotlivých sektorech hospodářství. K označení roku je používán letopočet, kdy končí obchodní sezóna, která trvá od 1. dubna předcházejícího kalendářního roku do 31. března.

Sektor	2003/04	2004/05	2005/06	2006/07	2007/08	2008/09	2009/10	2010/11
Energetika	56 %	69 %	46 %	47 %	36 %	59 %	58 %	46 %
Zemědělství	13 %	7 %	12 %	14 %	11 %	11 %	11 %	12 %
Stavebnictví	7 %	4 %	5 %	6 %	7 %	7 %	7 %	23 %
Doprava	4 %	2 %	4 %	6 %	2 %	2 %	2 %	5 %
Maloobchod	9 %	5 %	7 %	9 %	7 %	3 %	3 %	3 %
Jiný	11 %	13 %	26 %	18 %	37 %	18 %	19 %	11 %

Tabulka 2: Struktura uživatelů klimatických derivátů (respondentů) podle sektorů

³ Jiné indexy teploty vzduchu = kumulativní průměrná teplota vzduchu CAT, počet dnů, kdy teplota vzduchu překročí určitou maximální či minimální teplotou vzduchu (např. tropický den) atd.

⁴ Jiné podkladové indexy = vlhkost vzduchu, vlhkost půdy, průtok, indexy sucha, délka slunečního svitu atd.

3. Výsledky

Obchodování s klimatickými deriváty se rozvíjí od druhé poloviny 90. let 20. století jako reakce na uvolnění trhu s elektrickou energií v USA. Energetické společnosti v USA běžně využívaly k zajištění cen elektřiny a plynu termínové obchody a snadno si zvykly uzavírat nový typ kontraktů. Na podzim roku 1997 byly realizovány první tři derivátové kontrakty – dva mezi společnostmi Koch Industries a Enron a jeden mezi Koch Industries a PXRe. V dalších letech zaznamenal trh s počasím dynamický vývoj. Vlivem tzv. ENSO efektu⁵ bylo teplejší počasí v zimním období, což vyvolalo u energetických společností obavy ze ztráty tržeb. Klimatické deriváty se staly novým a oblíbeným nástrojem energetických společností k zajištění rizika počasí z mnoha důvodů.

Počasí a změny klimatu jsou řízeny fyzikálními zákony a nekorelují s vývojem finančních trhů, proto jsou klimatické deriváty vhodnou příležitostí pro diverzifikaci investičního portfolia.

- a. Ačkoliv počasí samo o sobě nemá hodnotu (na rozdíl od tradičních finančních podkladových aktiv), může být obchodováno běžným způsobem formou klimatických derivátů.
- b. „Oceňování klimatických derivátů je založeno převážně na aktuálních modelech založených na očekávaných hodnotách, nikoliv modelech vycházejících z teorie arbitráže (typu Black-Scholesova modelu apod.), jelikož zatím neexistuje dostatečné množství podkladových aktiv, kterými by bylo možné pozice v derivátových kontraktech replikovat (a zajišťovat) a tedy odvozovat jejich hodnotu“⁶.
- c. Jejich výhodou je také možnost obchodovat s nimi podobně jako s finančními či komoditními deriváty.
- d. Portfolia klimatických derivátů mohou být řízena většinou přístupů používaných v řízení portfolií finančních a komoditních rizik.

Po krizi v energetickém sektoru převzaly iniciativu v obchodování a organizaci trhu s klimatickými deriváty od energetických společností pojišťovny, banky, hedgeové fondy a burzy, zejména burza Chicago Mercantile Exchange (CME). V roce 1999 uvedla burza CME na trh první sérii futures a opcí postavených na indexu teploty vzduchu v různých městech v USA. Dynamický nárůst počtu zobchodovaných kontraktů nastal až po roce 2003, kdy burza nabídla pro klimatické deriváty služby clearingového centra. Později se obchodování s klimatickými deriváty rozšířilo na evropský trh (NYSE Euronext), do Japonska a díky podpoře mezinárodních organizací také do rozvojových zemí Afriky a Asie.

Rozšířilo se také spektrum odvětví, nejrozšířenější je používání klimatických derivátů stále v energetickém sektoru. V současné době nabízí CME kontrakty na indexy teploty vzduchu v řadě měst v USA, Kanadě, Evropě, Asii a Austrálii, indická burza National Commodity & Derivatives Exchange (NCDEX) vypisuje kontrakty na indexy pro města v Indii, velká čínská komoditní burza Dalian Commodity Exchange (DCE) plánuje totéž pro města v Číně (Hart, 2009). Kontrakty na zemědělské komodity jsou obchodovány převážně na OTC trzích, protože burza CME dosud nevypsala odpovídající kontrakty na srážky a výnosy plodin vhodné pro zemědělství. Vývoj trhu dokládá obrázek 1.

⁵ ENSO (El Niño Southern Oscillation) = jev, při kterém dochází k oteplení oceánského Humboldtova proudu v západním Pacifiku.

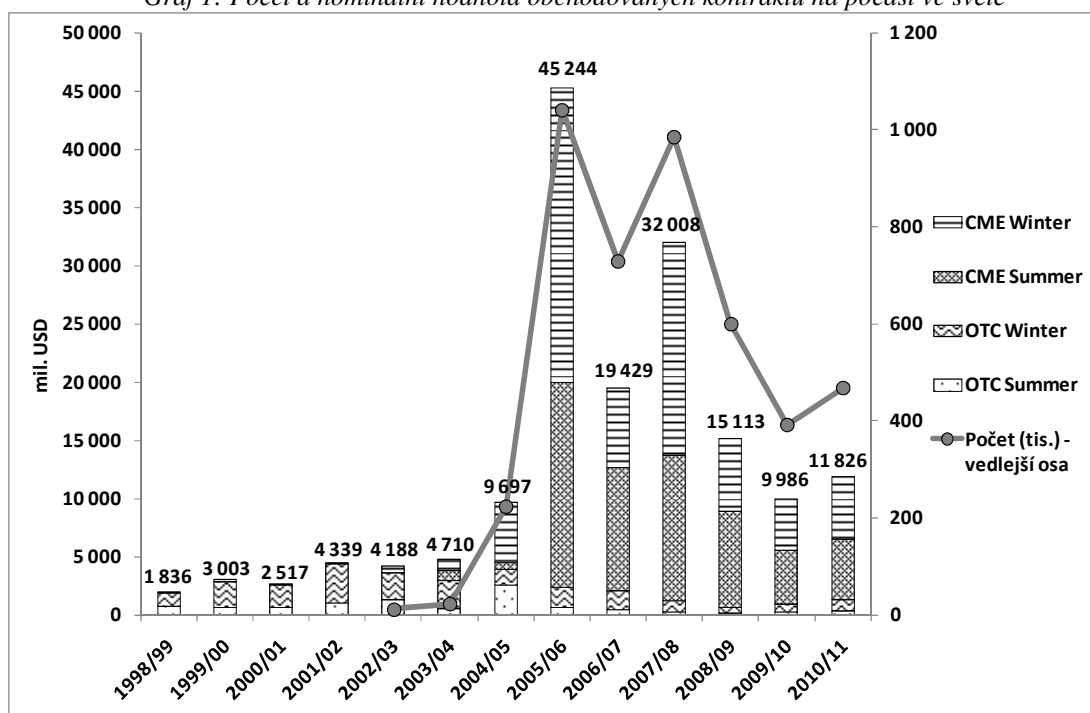
⁶ Hnilica, J. Závěrečná zpráva projektu GAČR „Riziko, hodnota firmy a klimatické deriváty“ (1. 1. 2006 – 31. 12. 2008)

<http://kpe.fph.vse.cz/veda-a-vyzkum/vedecke-projekty/riziko-hodnota-firmy-a-klimaticke-derivaty/>

K dynamickému nárůstu počtu a nominální hodnoty obchodovaných klimatických derivátů došlo v sezóně 2005/06. Následoval výkyv v sezóně 2006/07 a opětovný nárůst trhu v sezóně 2007/08. Tyto tři sezóny byly dosud neúspěšnější v historii obchodování s klimatickými deriváty. V důsledku světové hospodářské recese, všeobecného poklesu důvěry v deriváty a oslabení zájmu o finanční trhy prudce poklesl také zájem o klimatické deriváty. Objem obchodů se v následujících třech sezónách již zdaleka nevyrovnal období boomu.

Celková nominální hodnota kontraktů v sezóně 2010/2011 přesáhla 11 mld. USD. Z geografického hlediska se nejvíce kontraktů obchoduje na severoamerickém kontinentu (více než 90 %), 7 - 8 % kontraktů je obchodováno v Evropě a 1 – 2 % kontraktů v Asii. V sezóně 2010/2011 bylo 50 % všech klimatických derivátů založeno na indexu HDD, necelá polovina na indexu CDD. Přibližně 1 % kontraktů bylo ve světovém měřítku uzavřeno na jiné indexy. S globálními klimatickými změnami se zvyšuje teplota vzduchu a roste spotřeba energie provozem klimatizací, což má dopad na vyšší podíl využívání CDD kontraktů.

Graf 1: Počet a nominální hodnota obchodovaných kontraktů na počasí ve světě



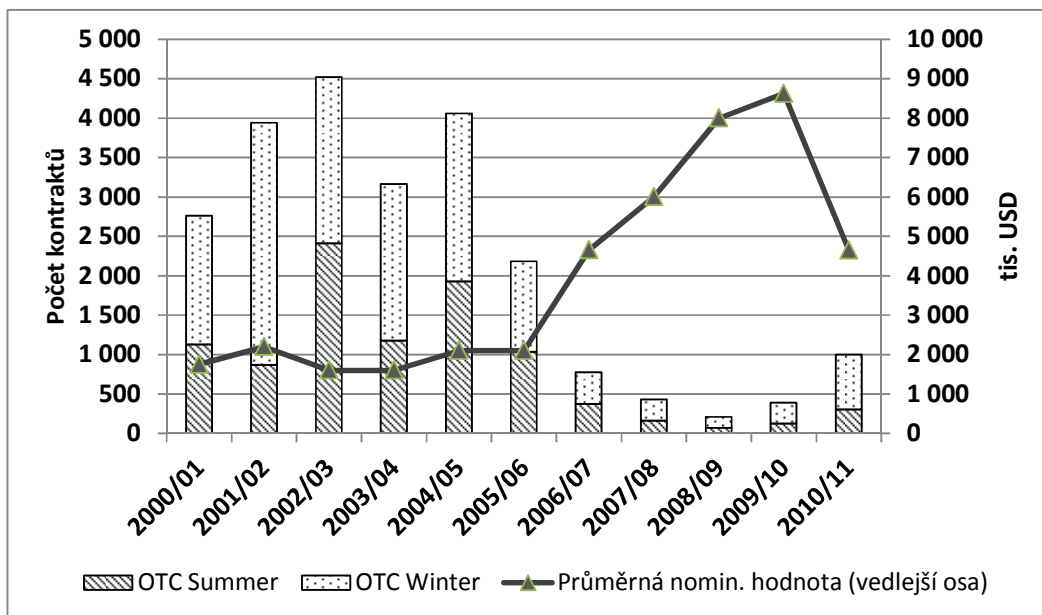
3.1 Klimatické deriváty na OTC trhu

Obchodování klimatických derivátů na OTC trzích představuje okrajový segment trhu, který však v sezóně 2010/2011 zaznamenal výrazný nárůst počtu uzavřených kontraktů proti krizovým rokům 2007/08 – 2009/10. OTC trhy využívají obnovené globální expanze poptávky po řízení rizik počasí. Růstový potenciál není až tak patrný na tradičních trzích s klimatickými deriváty (USA, Kanada), jako v Evropě, Austrálii, Asii a Jižní Americe. Meziroční růst trhu byl ovlivněn zejména rostoucím zájmem o klimatické deriváty z řad energetických a plynárenských společností. K růstu OTC trhů také přispívá pokračující inovace parametrických produktů určených k řízení rizika počasí a budování důvěry v tyto produkty mezi konečnými uživateli. Jsou nabízeny nejen klasické a nejoblíbenější deriváty na teplotu vzduchu, ale čím dál více jsou obchodovány i deriváty na jiné indexy, například index hurikánu či výšky sněhové pokrývky.

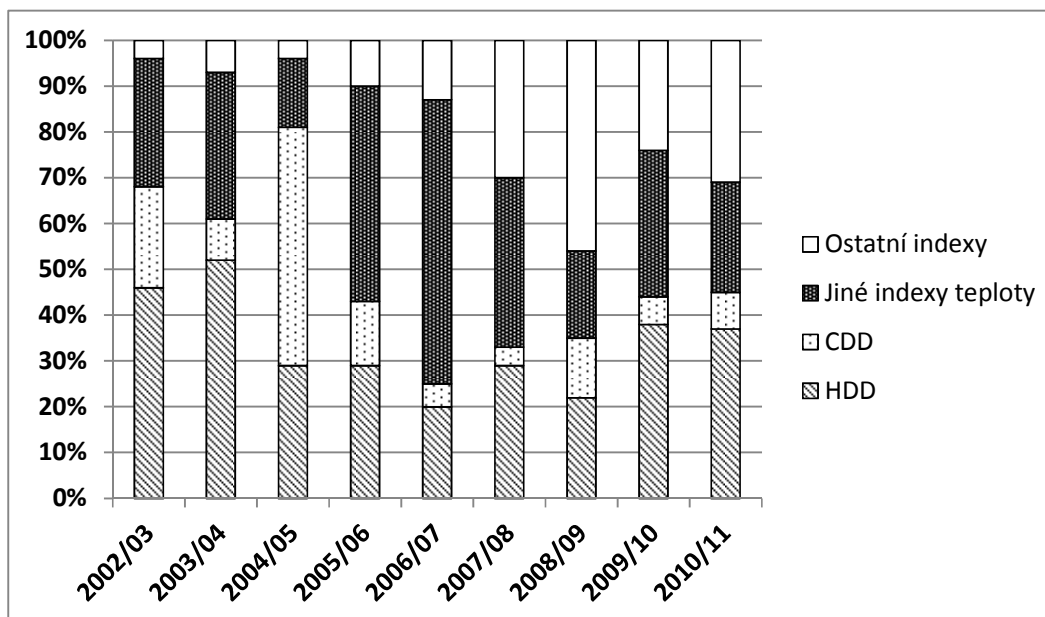
Počet a nominální hodnotu obchodovaných klimatických derivátů na OTC trzích znázorňuje obrázek 2, strukturu kontraktů v nominální hodnotě podle typu indexu představuje obrázek 3.

Průměrná nominální hodnota kontraktu byla nejvyšší v období, kdy se obchodovalo jen velmi málo kontraktů, což potvrzuje vnímanou vyšší rizikovost těchto kontraktů v období globální hospodářské recese. Celková nominální hodnota uzavřených OTC kontraktů v sezóně 2010/11 byla 2,45 mld. USD, což bylo přibližně o 30 % více, než v předcházející sezóně. Na tomto zvýšení se podílely větší měrou letní kontrakty (meziroční nárůst o 86 %), menší měrou pak zimní kontrakty (meziroční nárůst o 17 %).

Graf 2: Počet a nominální hodnota kontraktů na počasí obchodovaných na OTC trzích



Graf 3: Struktura nominální hodnoty klimatických derivátů na OTC trzích



Na nominální hodnotě klimatických derivátů obchodovaných na OTC trzích se nejvíce podílí index HDD, který využívají energetické společnosti pro zajištění rizika teplé zimy (čím více HDD, tím chladnější je zima a roste spotřeba tepla v domácnostech). V menší míře jsou OTC kontrakty na počasí používány pro řízení rizika chladného léta, kdy klesá spotřeba energie klimatizačními jednotkami. Z ostatních typů indexu tvoří převažující část indexy na úhrn srážek, které jsou často využívány zemědělci v rozvojových zemích k řízení rizika sucha. Řada OTC kontraktů na úhrn srážek je v praxi využívána za podpory zejména Světové banky v řadě zemí Afriky (Hess et al., 2005).

Z regionálního pohledu roste evropský OTC trh s klimatickými deriváty. Pro ilustraci, v sezóně 2009/10 bylo 43 % kontraktů zobchodováno na severoamerickém kontinentu, 1/3 kontraktů na evropském kontinentu a zbývající zhruba 1/4 kontraktů v ostatních regionech světa. V sezóně 2010/2011 se podíl počtu OTC kontraktů uzavřených v Evropě převyšil 60 %.

3.2 Klimatické deriváty obchodované na burze CME

V sezóně 2010/2011 dosáhla nominální hodnota uzavřených kontraktů 9,38 mld. USD, což je o 16 % více, než v sezóně 2009/2010. Struktura kontraktů odpovídá burze CME, protože OTC trhy jsou jen marginální součástí trhu s klimatickými deriváty. V sezóně 2010/2011 se na burze CME zobchodovalo 92 % kontraktů na severoamerickém kontinentu – z toho 11 % na západě, zbytek kontraktů byl rovnoměrně zastoupen na středozápadě, východě a jihu. Z hlediska nominální hodnoty se v poslední sezóně uzavřelo prostřednictvím burzy CME 33 % kontraktů na východě, 29 % na středozápadě, 21 % na jihu a 12 % na západě severoamerického kontinentu. 5 % nominální hodnoty připadlo na ostatní regiony světa.

Prostřednictvím CME Group je možné uzavřít celou řadu kontraktů na počasí. Na internetových stránkách burzy⁷ jsou vypsány aktuální klimatické deriváty (tabulka 3).

Název produktu	Referenční místa	Index
U.S. Cooling Monthly/Seasonal	24 velkých měst v USA	CDD
U.S. Heating Monthly/Seasonal	24 velkých měst v USA	HDD
U.S. Weekly Weather	24 velkých měst v USA	Průměrná denní teplota pondělí-pátek
Canada CAT Monthly/Seasonal	6 velkých měst v Kanadě	CAT
Canada Cooling Monthly/Seasonal	6 velkých měst v Kanadě	CDD
Canada Heating Monthly/Seasonal	6 velkých měst v Kanadě	HDD
Europe CAT Monthly/Seasonal	11 hlavních měst v Evropě	CAT
Europe Heating Monthly/Seasonal	11 hlavních měst v Evropě	HDD
Asia-Pacific Monthly/Seasonal	3 města v Japonsku	CAT
Australia Cooling Monthly/Seasonal	3 města v Austrálii	CDD
Australia Heating Monthly/Seasonal	3 města v Austrálii	HDD
Hurricane (Seasonal, Seasonal Maximum)	Rizikové oblasti v USA	Carvill Hurricane Index
Frost Monthly/Seasonal	Dosud nezveřejněno	Index mrazu
Snowfall Monthly/Seasonal	6 letišť v USA	Úhrn sněhov. srážek
Rainfall Monthly/Seasonal	9 letišť v USA	Úhrn dešťov. srážek

Tabulka 3: Nabízené klimatické deriváty na burze CME Group v roce 2011

⁷ <http://www.cmegroup.com/trading/weather/>

4. Závěr

Klimatické deriváty jsou inovativním nástrojem řízení rizik pro všechny společnosti, jejichž zisk nebo cash flow jsou výrazně determinovány průběhem počasí. Rozvoj obchodování s klimatickými deriváty byl usnadněn dynamickým rozvojem informačních a komunikačních technologií a elektronizací burz a je jedním z důsledků fenoménu nové ekonomiky. Budoucnost trhu s klimatickými deriváty závisí na vývoji nabídky a poptávky. Trh s klimatickými deriváty postupně roste, což se projevuje rozšiřováním spektra podkladových indexů, větším okruhem zájemců o klimatické deriváty proti původní skupině převážně energetických společností či nabídkou produktů i na jiných kontinentech, než jen na severoamerickém. Rozvoj OTC trhů s klimatickými deriváty po roce 2000 vytvořil předpoklad pro vznik organizovaného trhu na burze CME Group, jejíž úspěchy v organizaci trhu nyní zpětně pomáhají v rozvoji OTC trhů po celém světě včetně nejméně rozvinutých zemí, jejichž domácnosti jsou vysoce ekonomicky závislé na zemědělství a průběhu počasí. Potenciál pro rozvoj trhu existuje zejména v Číně, s velkým významem zemědělství a rychle rostoucím sektorem služeb, a v Austrálii, která je vystavena závažným rizikům sucha a záplavových vln. Do budoucna se očekává zvýšený zájem o klimatické deriváty mimo jiné v souvislosti s rozvojem výroby energie z obnovitelných zdrojů (elektrárny solární, větrné, vodní), jejichž výkon je na průběhu počasí závislý. Dalším argumentem pro očekávaný růst poptávky po klimatických derivátech je předpoklad, že analytici a ratingové agentury budou stále častěji volit jako jedno z kritérií hodnocení podniků také implementaci strategie řízení rizika počasí. Nezbytnou podmínkou pro rozvoj trhu s počasím je zvládnutí bazického rizika, které vyplývá z nedokonalé korelace proměnných zahrnutých v indexu a klíčových výnosových indikátorů, čímž dochází k nadměrnému nebo naopak nedostatečnému plnění.

Literatura

- [1] DISHEL, R. S. (2002): *Introduction to the Weather Market: Dawn to Mid-Morning*. In DISHEL, R. S. (ed.) *Climate Risk and Weather Market. Financial Risk Management with Weather Hedges*. 1st ed., London: Risk Books, s. 3 – 24. ISBN 1-899-33252-9.
- [2] DUTTON, J. A. (2002): Opportunities and Priorities in a New Era for Weather and Climate Services. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2010, roč. 83, č. 9, s. 1303–1311.
- [3] FRIEDBERG, D. (2010): *Global Weather Sensitivity: The First Step Towards More Detailed Analysis of World Weather Sensitivity*. In TANG, K. (ed.) *Weather Risk Management. A Guide for Corporations, Hedge Funds and Investors*. 1st ed., London: Risk Books, s. 39 – 56. ISBN 978-1-906348-68-7.
- [4] HART, I. (2009): Will Agribusiness Weather a Storm? *The Public Ledger*, 2. 3. 2009, č. 72616, s. 12.
- [5] HESS, U. et al. (2005): *Managing Agricultural Production Risk. Innovations in Developing Countries*. Washington, D.C.: World Bank, 2005. Report No. 32727-GLB.
- [6] LAZO, J. K. (2011): U.S. Economic Sensitivity to Weather Variability. *Bulletin of the American Meteorological Society*, 2011, roč. 92, č. 6, s. 709 - 720.
- [7] ROTH, M. – ULARDIC, Ch. – TRUEB, J. (2008): Critical success factors for weather risk transfer solutions in the agricultural sector: a reinsurer's view. *Agricultural Finance Review*, 2008, roč. 68, č. 1, s 1-7.

- [8] TRIANA, P. (2010): *The Evolution of Weather Derivatives and Contract Types*. In TANG, K. (ed.) *Weather Risk Management. A Guide for Corporations, Hedge Funds and Investors*. 1st ed., London: Risk Books, s. 39 – 56. ISBN 978-1-906348-68-7.