



Munich Personal RePEc Archive

The Analysis of Volatility of Selected Countries' Exchange Rates

Bednarik, Radek

VSB Technical University, Faculty of Economics, VSB-Technical University of Ostrava, The Faculty of Economics

20 December 2008

Online at <https://mpra.ub.uni-muenchen.de/15046/>

MPRA Paper No. 15046, posted 09 May 2009 17:30 UTC

Analýza volatility devizových kurzů vybraných ekonomik

Vypracoval: Ing. Radek Bednařík

Katedra: národohospodářská

Datum: 9. října 2008

Obsah

ÚVOD	3
METODOLOGIE	4
Vlastnosti finančních časových řad	4
Modely ARIMA(p,d,q)	4
Modely volatility	5
Model ARCH(q)	5
Modely GARCH(p,q)	5
Modely GARCH-in-Mean	6
SHRNUTÍ ZÁVĚRŮ STUDIÍ VOLATILITY DEVIZOVÝCH KURZŮ	6
VOLATILITA DEVIZOVÝCH KURZŮ VYBRANÝCH EKONOMIK	8
ZÁVĚR	13
SEZNAM LITERATURY	14

Úvod

Volatilita, tj. nestabilita či rozkolísanost devizových kurzů, je jev, jehož výskyt je nedílně spjat s existencí flexibilních devizových kurzů. Je zřejmé, že tak jako flexibilní kurzy přinášejí mnoho pozitiv, stejně tak mají i svá negativa¹.

Volatilita kurzů je jedním z těchto negativ. Přináší totiž s sebou nejistotu, proti které se ekonomické subjekty, jenž se nějakým způsobem angažují, a to ať už přímo, či nepřímo, na měnových trzích, snaží zajistit. A jelikož takovéto zajištění se proti nepříznivým (a neočekávaným) změnám kurzů s sebou nese určité náklady², je problematice analýzy historického vývoje a následně vývoje budoucího věnována značná pozornost nejenom v akademické, ale i v podnikové sféře.

Základem pro dnešní modely volatility, tj. různé typy GARCHů a jejich mnoha variací a rozšíření, byla práce Engle (1982), který zavedl model ARCH³. Od té doby vznikla řada jeho rozšíření, ať už jako lineární či nelineární modely. Jejich cíl je však vždy stejný – co nejlépe zachytit vývoj volatility v minulosti a na tomto základě se pak pokusit předpovědět budoucí vývoj zkoumané veličiny, např. devizového kurzu, či indexu akciového trhu.

Tato práce se zabývá historickým vývojem volatility vybraných devizových kurzů, konkrétně měn AUD, CAD, DEM, DKK, EUR, FRF, GBP, JPY, SEK a CHF vůči americkému dolaru (USD). Cílem je ukázat, že nynější poměrně značný nárůst volatility na měnových trzích není v historickém kontextu nic výjimečného, co se délky a rozsahu týče.

Časové řady, které zde zkoumáme, jsou v denních frekvencích a v rozsahu 4. 1. 1971 – 14. 7. 2008⁴. Zdrojem dat byla databáze FRED (Federal Reserve Economic Data) a IFS (International Financial Statistics) Mezinárodního měnového fondu.

Zbytek práce je členěn následovně:

V první části je rozebrána metodologie výpočtů použitých modelů volatility. Druhá část uvádí přehled současných studií zabývajících se volatilitou devizových kurzů a jejich závěry. Třetí část se pak za použití zvolených modelů a grafického aparátu zabývá vývojem volatility vybraných devizových kurzů v rámci zvoleného období.

¹ Přehled výhod a nevýhod různých režimů devizových kurzů lze nalézt např. v Durčáková-Mandel (2003).

² Stejně tak může samozřejmě přinést dodatečné náklady (ale i výnosy) změna kurzu, proti níž se daný subjekt nezajistil.

³ GARCH – Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity.

⁴ Výjimkou jsou kurzy DEM, FRF a EUR, které jsou v měsíčních frekvencích, a z pochopitelných důvodů DEM a FRF končí k prosinci 1998, resp. EUR začíná lednem 1999.

Metodologie

Vlastnosti finančních časových řad

Jelikož v této práci pracujeme výhradně s časovými řadami, resp. s jejich výnosy, je nutné se, alespoň stručně, zmínit o základních a důležitých vlastnostech tohoto typu dat.

Za prvé, finanční časové řady jsou charakteristické svou nestacionaritou, tj. nemají konstantní střední hodnotu a rozptyl. Taktéž nedisponují normálním rozdělením, a to i když se počet pozorování blíží vysoké hodnotě.

Tyto problémy lze řešit zlogaritmováním časové řady a následným diferencováním. Tzn., že výnosy finanční časové řady X_t lze z původní časové řady Y_t vypočíst jako:

$$X_t = \sum_{t=0, n=1}^{m-1, m} [\log(Y_t) - \log(Y_{t-n})], \quad (1)$$

kde t je číslo pozorování a n je počet zpoždění.

Takto získané časové řady výnosů jsou již v naprosté většině případů stacionární, tj. mají konstantní střední hodnotu a rozptyl v čase a jejich rozdělení se již velmi blíží rozdělení normálnímu. Nicméně, často je charakterizováno vyšší špičatostí a má „tlustší“ konce (*fat-tails*). To indikuje, že mnohem častější jsou výnosy, jejichž hodnota se pohybuje kolem nuly a taktéž, že se s mnohem vyšší pravděpodobností, než u normálního rozdělení, v dané časové řadě vyskytují extrémní, ať už kladné, či záporné hodnoty.

Modely ARIMA(p,d,q)

Protože všechny námi zkoumané časové řady nebyly stacionární a jejich rozdělení nebylo normální, byly všechny logaritmovány a diferencovány. U některých časových řad se však při výpočtu volatility dále vyskytovala autokorelace a proto musely být do funkcí modelů těchto řad zařazeny autoregresní nebo moving-average členy.

Proto je nutné alespoň stručně tento typ modelů časových řad popsat. Obecný tvar takové časové řady, která je modelována autoregresním a moving-average procesem a která je diferencována, lze pak zapsat jako:

$$X_t = \sum_{i=1}^m \phi_i * X_{t-i} + \sum_{j=0}^n \varphi_j * a_{t-j}, \quad (2)$$

kde X_{t-i} je hodnota časové řady v čase $t-i$; ϕ , φ jsou parametry a a_{t-j} je chybová složka v čase $t-j$ ⁵.

⁵ Resp. a_{t-j} je rozdíl mezi skutečnou hodnotou dané časové řady v čase $t-j$ a střední hodnotou μ . Toto lze vyjádřit Woldovou reprezentací, tj. jako lineární proces, viz. Arlt, J. – Arltová, M. (2003, str. 37).

Modely volatility

Modely volatility, které jsou použity v této práci, jsou modely tzv. podmíněné heteroskedasticity (*conditional heteroskedasticity*). Konkrétně, jestliže rozptyl zkoumané časové řady má v čase proměnlivý charakter, a pokud tento rozptyl lze vyjádřit autoregresní formou, pak hovoříme o autoregresně podmíněné heteroskedasticitě (*autoregressive conditional heteroskedasticity*). Modely, zabývající se takto definovanou volatilitou, se označují zkratkou ARCH(p).

Model ARCH(q)

Formálně pak můžeme obecný lineární model ARCH(q) s q členy v autoregresní formě pro n zpoždění zapsat takto:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{n=1}^q \alpha_n * \varepsilon_{t-n}^2, \quad (3)$$

kde σ^2 je podmíněný rozptyl reziduí časové řady, ω je konstanta, α je koeficient a ε^2 jsou rezidua. Jelikož podmíněný rozptyl musí být kladné číslo, pak je dáno, že ω musí být > 0 a α_n musí být ≥ 0 .

Alternativním vyjádřením rovnice (3) je autoregresní tvar:

$$\varepsilon_t^2 = \omega + \sum_{n=1}^q \alpha_n * \varepsilon_{t-n}^2 + v_t,$$

$$\text{kde } v_t = \varepsilon_t^2 - \sigma_t^2 \quad (4)$$

Jak vidíme, tyto modely se vyznačují schopností zachytit shluky volatility (volatility clustering), protože jak vyplývá z rovnice (4), jestliže je ε_{t-1}^2 v absolutní hodnotě nízké, pak lze očekávat, že ε_t^2 bude v absolutní hodnotě také nízké, a naopak.

Modely GARCH(p,q)

U modelů ARCH(q) někdy vzniká problém, že při modelování zkoumané časové řady je nutné použít parametr q o vysoké hodnotě, což může být výpočetně velmi náročné. Bollerslev (1986) proto vyvinul model GARCH(p,q), tj. model generalizovaného, autoregresně podmíněného rozptylu, kde k původnímu ARCH(q) modelu přidal zpožděnou hodnotu podmíněného rozptylu. Obecná forma tohoto modelu s p a q členy (resp. zpožděními) má tvar:

$$\sigma_t^2 = \omega + \sum_{n=1}^q \alpha_n * \varepsilon_{t-n}^2 + \sum_{n=1}^p \beta_n * \sigma_{t-n}^2 \quad (5)$$

kde opět σ^2 je podmíněný rozptyl reziduí časové řady, ω je konstanta, α je koeficient a ε^2 jsou rezidua. Stejně jako u rovnice (3) lze rovnici (5) přepsat do alternativní formy.

Modely GARCH-in-Mean

Předpokládejme, že časová řada výnosů zkoumaného devizového kurzu je definována např. jako autoregresní proces n-tého řádu, tj.:

$$X_t = \sum_{i=1}^n \phi_i * X_{t-i} + \delta g(h_t) + \varepsilon_t, \quad (6)$$

kde X_t je výnos zkoumané časové řady, ϕ je parametr, ε je chybová složka s vlastnostmi bílého šumu a $\delta g(h_t)$ je člen, resp. funkce vyjadřující podmíněný rozptyl, počítaný metodou GARCH(p,q).

Tento model (Engle, Lilien, Robins (1987)) nám tedy umožňuje zachytit vztah mezi úrovní a variabilitou (volatilitou) logaritmu výnosů, pokud na sobě samozřejmě závisí.

Shrnutí závěrů studií volatility devizových kurzů

V této části studie shrneme závěry plynoucí ze současných prací zabývajících se volatilitou devizových kurzů.

Kalra (2008) se zabývala vztahem volatility vyspělých finančních akciových trhů (konkrétně indexy VIX a VDAX) a denních výnosů bilaterálních nominálních devizových kurzů měn IDR (indonéska rupie), KRW (korejský won), PHP (filipínské peso), SGD (singapurský dolar) a THB (thajský baht) oproti USD⁶.

Pro měření podmíněného rozptylu (volatility) shledává nejvhodnější model GARCH (1,1). Výsledkem studie je závěr, že během let 2001 – 2007 výnosy devizových kurzů poklesly, když se volatilita akciových trhů zvýšila. Kalra (2008) odhadla, že 5% zvýšení volatility akciových trhů je doprovázeno depreciací nominálních bilaterálních devizových kurzů ve výši až 0.5 procenta. Stejně tak ukázala, že tato citlivost se zvyšovala v čase, což může indikovat rostoucí provázanost asijských finančních trhů se světovými trhy.

Jako klíčové shledává zjištění, že „dlouhodobá volatilita [zkoumaných] devizových kurzů poklesla, zřejmě díky vzpamatování se [z asijské finanční krize] a díky všeobecně „silnějším“ fundamentálním ekonomickým veličinám. Dále díky přechodu k více flexibilním režimům devizového kurzu spolu s nižší úrovní volatility vyspělých akciových trhů.“ (Kalra, 2008, str. 10).

Cady – Gonzales-Garcia (2006) zkoumali, zda zveřejňování údajů o devizových rezervách a likviditě (International Reserves and Foreign Currency Liquidity Data Template), která jsou v rámci SDDS Mezinárodního měnového fondu členskými zeměmi poskytována od r. 1999, mělo a má vliv na volatilitu nominálních devizových kurzů.

⁶ VIX – index volatility CBOE (Chicago Board Options Exchange). Tento index je užíván pro odhad tržních očekávání na finančních aktiv trhu S&P500.

VDAX – index pro měření implikované volatility indexu DAX. Je počítán z 30-ti denních opčních kontraktů.

Dle jejich hypotézy existují dva kanály, kterými zveřejňování údajů může působit na volatilitu. Prvním kanálem je zvýšená transparentnost a následné částečné „odbourání“ nervozity účastníků obchodování na devizových trzích.

Druhým kanálem je pak možnost účastníků trhu díky těmto informacím lépe vyhodnocovat (ne)zadluženost dané země a výši adekvátních devizových rezerv.

Panelovou regresí vzorku 48 zemí zjistili, že⁷: za prvé, po zahrnutí možných vlivů v rámci jednotlivých zemí v rámci panelové regrese lze vypočítat snížení úrovně volatility nominálních devizových kurzů po zavedení povinného zveřejňování údajů o devizových rezervách a likviditě.

Za druhé, byl zjištěn pozitivní vliv poměrového ukazatele dluhu k HDP na volatilitu kurzů. Síla tohoto efektu zveřejňováním informací o devizových rezervách a likviditě poklesla.

Za třetí, regrese potvrdily negativní vztah mezi poměrovým ukazatelem rezerv ke krátkodobému dluhu a volatilitou kurzu. Tento negativní vztah se po zavedení povinnosti zveřejňovat data o rezervách a likviditě dále prohloubil.

Stančík (2007) se zabýval vztahem mezi volatilitou bilaterálních nominálních devizových kurzů a skupinou proměnných, do nichž zahrnul otevřenost ekonomiky, faktor „novinek“ („news“ factor) a režim devizového kurzu. Volatilita byla modelována pomocí TARCh (threshold autoregressive conditional heteroskedasticity).

Na vzorku pěti zemí (ČR, Maďarsko, Polsko, Slovensko, Slovinsko), resp. kurzů jejich měn vůči euru dochází k (nepřekapivým) závěrům, že: Za prvé, otevřenost ekonomiky má „zklidňující“, tj. negativní ve smyslu vztahu mezi těmito veličinami, vliv na úroveň volatility devizových kurzů.

Za druhé, „novinky“, tj. nové informace významně ovlivňují volatilitu.

A za třetí, flexibilní režimy devizových kurzů jsou náchylné k vyšší míře volatility.

Kisinbay (2003) použil pro zkoumání krátko- až střednědobé predikční schopnosti asymetrických modelů volatility časové řady jednoho akciového indexu (TSE – Toronto Stock Exchange) a dvou devizových kurzů (USD/DEM a USD/JPY).

Empirickým testováním různých typů asymetrických modelů vůči symetrickému lineárnímu GARCH modelu na vysokofrekvenčním (intra-day) vzorku dat dospěl k závěru, že: Pro index akciového trhu TSE vykazují asymetrické modely jednoznačně lepší výsledky.

Dále taktéž pro časové řady devizových kurzů je lépe použít asymetrické modely. Pro časovou řadu USD/DEM vykazovaly všechny asymetrické modely, kromě EGARCHu, lepší výsledky než standardní lineární GARCH. Taktéž u řady USD/DEM vykazují většina asymetrických modelů statisticky lepší výsledky. Nicméně, jak autor uvádí, v případě časových řad devizových kurzů jsou zlepšení těchto asymetrických modelů vůči symetrickému zanedbatelné.

⁷ Tyto země zahrnovaly 12 průmyslových a 36 rozvojových a nízko-příjmových ekonomik. Data byla čtvrtletního charakteru, v rozsahu od 1. kvartálu r. 1991 do 4. kvartálu r. 2005 včetně.

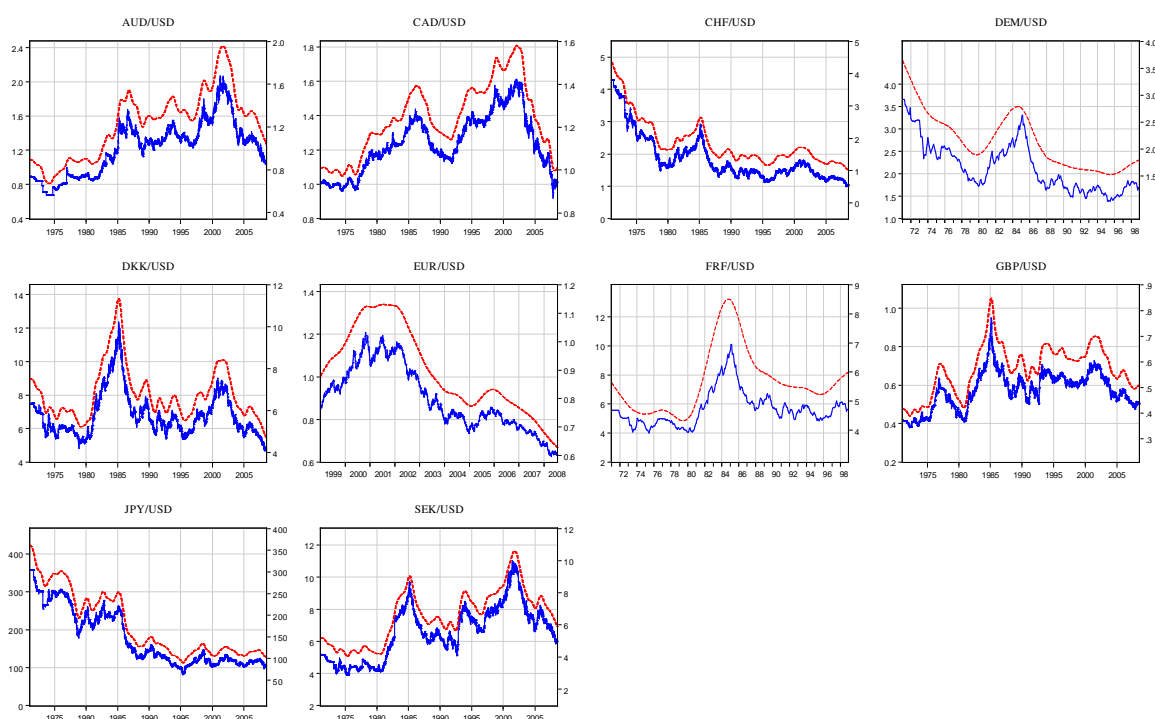
Volatilita devizových kurzů vybraných ekonomik

V této části práce se budeme přímo zabývat volatilitou, tedy nestabilitou, či rozkolísaností devizových kurzů vybraných zemí. Bude použit ekonometrický aparát vyvinutý přímo pro analýzu volatility časových řad finančních trhů – tj. půjde o různé typy modelů GARCH, jejichž výstupy budeme pro větší přehlednost dále filtrovat pomocí Hodrick – Prescottova filtru.

Periodicita dat je až na výjimky DEM a FRF, které jsou měsíční, denní. Zdrojem dat byly databáze FRED (Federal Reserve Economic Data) a IFS Mezinárodního měnového fondu⁸.

Nejprve se podíváme na vývoj námi zkoumaných kurzů, který nám zobrazuje Graf č. 1.

Graf č. 1 Vývoj vybraných devizových kurzů



Zdroj: FRED, IFS, vlastní výpočty

Na levé ose je vynesena vývoj časových řad kurzů. Na pravé ose je vynesena trendová složka časových řad, vypočtená pomocí H-P filtru ($\lambda=6812100$).

Délka zkoumaného období je od 4.1.1971 do 14.7.2008. Výjimkou jsou časové řady DEM (měsíční, konec dat k prosinci 1998), FRF (měsíční, konec dat k prosinci 1998) a EUR (denní, období 4.1. 1998 – 14.7.2008).

U všech devizových kurzů, s výjimkou JPY a pochopitelně DEM a FRF, můžeme vidět jasný apreciační trend všech zbývajících měn vůči USD během posledních osmi let. Toto pozvolné, ale setrvalé oslabování dolaru vystřídalo dlouhé období posilování USD vůči zkoumaným měnám, které probíhalo zhruba od druhé poloviny 90. let až do cca poloviny roku 2001. Lze taktéž u většiny kurzů vysledovat jistou cykličnost jejich vývoje.

⁸ Databáze FRED je dostupná zde: <http://research.stlouisfed.org/fred2/>.

Oslabení USD je markantní např. u kanadského dolaru, který během období let 2001 – 2008 zcela vymazal své předchozí oslabení, a naopak se stal ještě silnějším než cca v r. 1992, kdy CAD začal setrvale oslabovat. CAD je dokonce nejsilnější vůči USD zhruba od r. 1977.

I euro vykazuje od konce r. 2001 setrvalý posilovací trend vůči USD, což jenom potvrdilo sílu a konkurenceschopnost společné evropské měny.

A nyní pojďme přímo k problematice volatility. Grafický přehled o nestabilitě kurzů vybraných ekonomik vůči dolaru (což samozřejmě platí i naopak!), podávají Grafy 2. – 3.

Bohužel denní data před rokem 1971 nebyla k dispozici, proto je volatilita analyzována až od tohoto roku. Nicméně se nemusí nutně jednat o závažný nedostatek, neboť oficiální nominální devizové kurzy byly před tímto obdobím fixovány, tudíž by během B-W byly změny kurzů velmi malé či vůbec žádné.

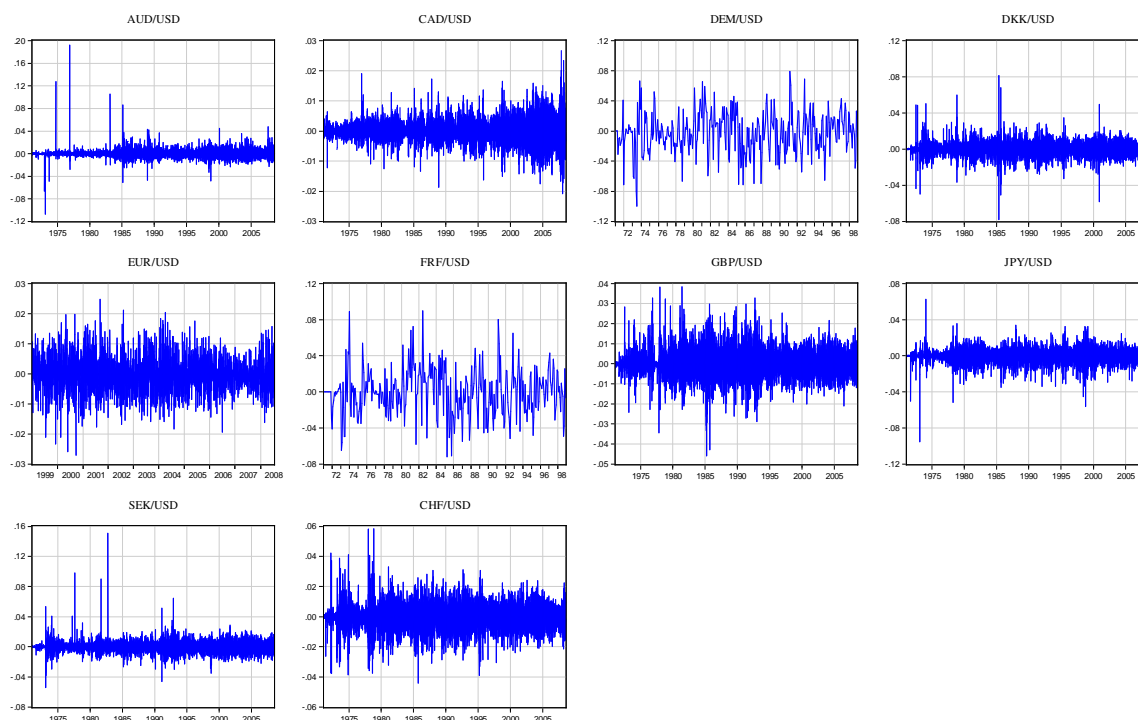
Graf 2. zachycuje vývoj denních výnosů vybraných devizových kurzů⁹. Je jasně vidět, že kolísání kurzů se odehrávalo v rozsahu maximálně několika setin nominální hodnoty kurzů měn vůči USD (resp. naopak, neboť americký dolar vystupuje jako bazická měna). Nicméně vzhledem k obrovskému objemu denních devizových obchodů znamenají tyto, na první pohled marginální, značné změny hodnot aktiv subjektů angažovaných na těchto měnových trzích.

Dále můžeme pozorovat u všech výnosů devizových kurzů existenci tzv. shluků volatility („volatility clustering“). To znamená, že v historii výnosů se střídala období s nízkou volatilitou s obdobími vysoké volatility, přičemž ať už nízká nebo vysoká volatilita má tendenci se shlukovat do časových úseků různé délky.

Pokud jde o příčiny volatility a jejího shlukování v určitých časových obdobích, je jasné, že příčinných faktorů byla celá řada, a zcela jistě se nejednalo pouze o příčiny ekonomického charakteru, ale zejména také i charakteru psychologického. Co můžeme přímo z grafu vyčíst, je to, že u většiny měn došlo k prudkému nárůstu volatility v roce 1985, tj. období „přelomu“, kdy dolar po několikaletém prudkém růstu začal opět stejně strmě klesat. Další prudké změny rozkolísanosti měn jsou již u každé z nich poměrně individuální. Výjimkou je období od počátku 2. poloviny roku 2007, kdy začala krize amerického trhu rizikových hypoték („sub-prime“), která se následně přelila na všechny světové finanční trhy. Zvýšená volatilita je jasným ukazatelem nervozity investorů či spekulantů, kteří se nějakou formou angažují na měnových trzích.

⁹ Definice a vzorec pro výpočet výnosů jsou uvedeny na str. 2.

Graf č. 2. Vývoj výnosů vybraných devizových kurzů¹⁾



Zdroj: FRED, IFS, vlastní výpočty.

1) Délka zkoumaného období je od 4.1.1971 do 14.7.2008. Výjimkou jsou časové řady DEM (měsíční, konec dat k prosinci 1998), FRF (měsíční, konec dat k prosinci 1998) a EUR (denní, období 4.1. 1998 – 14.7.2008).

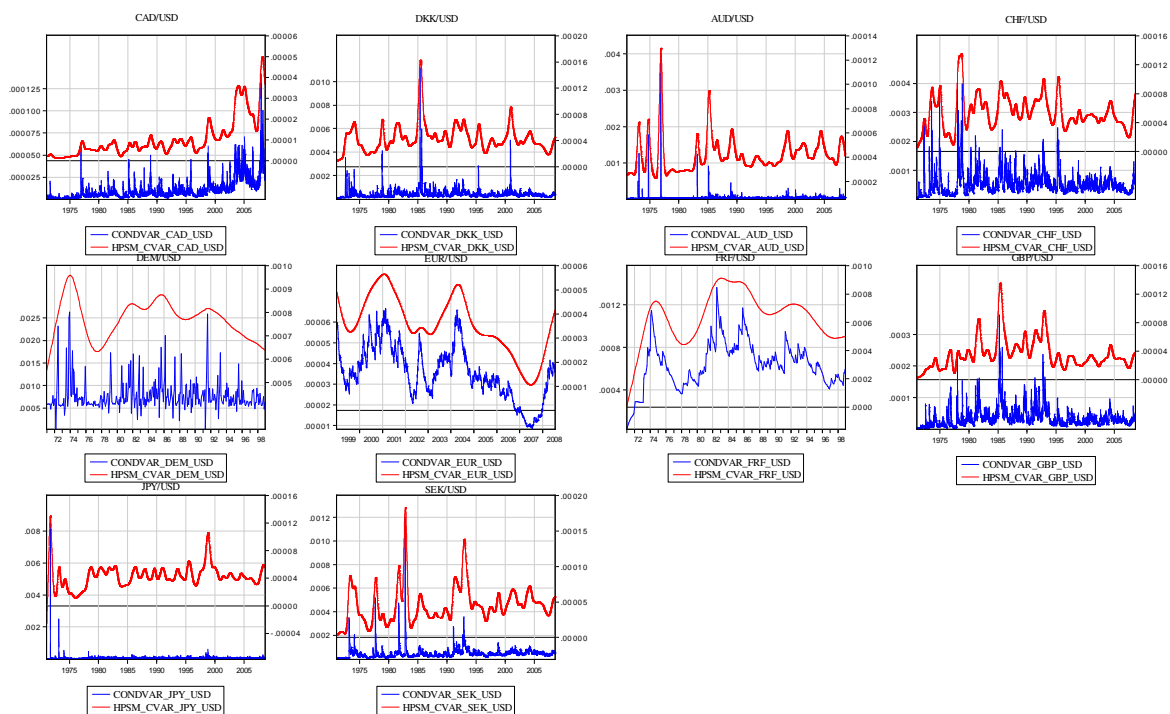
Jako „alternativní“ pohled na vývoj volatility kurzů vybraných měn můžeme použít modely pro výpočet podmíněného rozptylu reziduí časových řad výnosů, které velmi dobře a přesně zachycují volatilitu na finančních trzích – viz Graf č. 3¹⁰.

U všech časových řad (vyjma australského dolaru) je vidět jasný nárůst volatility zhruba od poloviny roku 2007.

Dále u kanadského dolaru je zřejmý dlouhodobý trend v nárůstu volatility. U ostatních měn volatilita osciluje s většími či menšími „ústřely“ kolem konstantní hodnoty, která je pro každý kurz jiná. Zajímavý ještě může být pohled na volatilitu kurzu GBP/USD, kdy po roce 1992, kdy Velká Británie byla nucena opustit evropský mechanismus směnných kurzů („exchange rate mechanism“, ERM) došlo po značném a dočasném prudkém nárůstu volatility k jejímu značnému zklidnění, a to na úroveň, jenž byla dokonce nižší než během období členství této země v ERM a dokonce i před ním, přestože jak před, tak i po výstupu z ERM měla režim volně plovoucího kurzu.

¹⁰ Metody výpočtu použitých modelů volatility jsou uvedeny na str. 5 - 6. Výsledky regresí pro jednotlivé časové řady lze nalézt v Tab. 1.

Graf č. 3. Vývoj volatility vybraných devizových kurzů¹⁾



Zdroj: FRED, IFS, vlastní výpočty.

¹⁾ CONDVAR_(příslušný kurz) označuje časovou řadu podmíněného rozptylu, tj. volatilitu. HPSM_CVAR_(příslušný kurz) označuje filtrovanou časovou řadu podmíněného rozptylu. Pro filtrování byl použit H-P filtr, s doporučenou hodnotou parametru $\lambda = 6812100$.

Délka zkoumaného období je od 4.1.1971 do 14.7.2008. Výjimkou jsou časové řady DEM (měsíční, konec dat k prosinci 1998), FRF (měsíční, konec dat k prosinci 1998) a EUR (denní, období 4.1. 1998 – 14.7.2008).

Tab č. 1. Výsledky modelů volatility vybraných devizových kurzů¹⁾

Výnosy kurzů/Typ modelu	GARCH							
	Konstanta	$\epsilon^2_{(t-1)}$	$\epsilon^2_{(t-2)}$	$\epsilon^2_{(t-3)}$	$\epsilon^2_{(t-4)}$	$\epsilon^2_{(t-5)}$	$\delta^2_{(t-1)}$	$\delta^2_{(t-2)}$
AUD/USD	0.0000**	0.1077** *	-	-	-	-	0.7210***	-
CAD/USD	0.0000	0.1430** *	-0.1833***	0.0424**	-	-	1.8578***	-0.8598***
DEM/USD	0.0005***	0.0438	-0.0866***	0.0248	0.0650	0.2723***	-	-
DKK/USD	0.0000***	0.0837** *	-	-	-	-	0.8921***	-
EUR/USD ^{a)}	-	0.0215** *	-	-	-	-	0.9786***	-
FRF/USD	0.0000*	0.0500*	-	-	-	-	0.9156***	-
GBP/USD	0.0000**	0.0852** *	-	-	-	-	0.9119***	-
JPY/USD	0.0000**	0.1355** *	-	-	-	-	0.8514***	-
SEK/USD	0.0000*	0.0518** *	-	-	-	-	0.9503***	-
CHF/USD	0.0000***	0.0783** *	-	-	-	-	0.9143***	-

¹⁾ Modely volatility kurzů JPY/USD, GBP/USD, FRA/USD, DEM/USD, CAN/USD, AUD/USD musely být upraveny autoregresními a/nebo „moving-average“ členy.

a) Regresní rovnice průměru („mean regression equation“) pro tento kurz byla rozšířena o druhou odmocninu rozptylu, tj. směrodatnou odchylku, z důvodu použití metody GARCH-in-Mean. Podrobně viz teoretická část věnovaná modelům volatility.

Závěrem této části tedy můžeme říci, že analýza volatility, ať už grafickým nebo modelovým aparátem, potvrdila naše tvrzení z části věnované vývoji devizových kurzů (viz Graf 4. a z něj vyplývající analýza), že post-Bretton-Woodské období se vyznačovalo značně zvýšenou volatilitou devizových kurzů, což samozřejmě vyplývá z podstaty užívaných režimů devizových kurzů.

Pokud přihlídneme k současnému vývoji na devizových trzích, řekněme od vypuknutí hypoteční krize v srpnu roku 2007, pak přestože většina devizových trhů indikuje nárůst volatility, nejedná se z historického hlediska o výjimečný vývoj. Toto platí, co se rozsahu (měřeno jako podmíněný rozptyl reziduí časových řad) volatility týče. Nicméně vzhledem k tomu, jakým obrovským pokrokem v období od 90. let do současnosti nejenom devizové trhy prošly, může i nárůst volatility, jejíž úroveň (či rozsah) je „menší“ než v předchozích obdobích, znamenat značnou nejistotu a destabilizaci tohoto trhu. Rozvoj různých druhů finančních instrumentů, nárůst objemu obchodů na těchto trzích a vzájemná, stále rostoucí provázanost finančních trhů znamená, že tyto pak mohou být mnohem citlivější a bouřlivěji reagovat na těmito trhy negativně vnímané události.

Závěr

Cílem této práce bylo popsat a analyzovat historický vývoj volatility kurzů AUD (australský dolar), CAD (kanadský dolar), DEM (německá marka), DKK (dánská koruna), EUR (euro), FRF (francouzský frank), GBP (britská libra), JPY (japonský jen), SEK (švédská koruna) a CHF (švýcarský frank) vůči USD (americký dolar).

Zdrojem dat nám byly databáze FRED Federální banky St. Louis a IFS Mezinárodního měnového fondu. Frekvence časových řad byla denní, s výjimkou kurzů DEM a FRF, které byly měsíční. Kromě kurzu eura byl rozsah pozorování od r. 1971 do r. 2008.

Použita byla grafická analýza a analýza za pomoci modelů GARCH, resp. GARCH-in-Mean, výnosů časových řad devizových kurzů.

Pokud jde o samotný vývoj úrovní devizových kurzů, pak lze říci, že všechny měny vykazovaly během zkoumaného období přibližně od 2. poloviny r. 2001 apreciační trend vůči USD. Jejich vývoj pak také vykazuje jasné znaky cykličnosti.

Grafickou analýzou vývoje výnosů časových řad, resp. analýzou podmíněného rozptylu vypočteného za pomoci modelů GARCH jsme zjistili, že u všech zkoumaných kurzů se vyskytovala období zvýšené volatility (volatility clustering) a vývoj na měnových trzích po vypuknutí finanční krize v 2. polovině r. 2007 není výjimkou, co se rozsahu, či „velikosti“ volatility týče.

Nicméně je třeba zdůraznit, že přestože je volatilita rozsah na zhruba stejných, nebo dokonce menších úrovních než byla v minulosti, její příčiny a zejména důsledky jsou zcela odlišné. O příčinách velkého nárůstu nervozity na měnových trzích není třeba dlouze diskutovat – finanční a v současné době již i reálnou hospodářskou krize byla spuštěna masivním poskytováním podřadných (sub-prime) hypoték a masivním celosvětovým investováním do finančních derivátů navázaných na výnosy z těchto hypoték, tj. na jejich splácení dlužníky.

Pokud jde o následky, nebo možná lépe o náklady zvýšené volatility, pak ty, přestože je její rozsah stejný, nebo i menší než v minulosti, mohou být značně vyšší. Důvodem je prudký nárůst provázanosti trhů oproti minulosti, celková globalizace a prohloubení světových finančních trhů, co se třeba objemu obchodů týče. Proto i relativně (ve srovnání s obdobím minulých desetiletí) malé oscilace kurzů kolem své střední hodnoty mohou znamenat velký nárůst nejistoty a např. i velký nárůst nákladů firem, které se snaží proti výchytkám kurzů zajišťovat.

Seznam literatury

ARLT, J. – ARLTOVÁ, M. (2007): *Ekonomické časové řady*. 1. vydání. Praha (2007), Grada Publishing, a.s. 288 stran. ISBN 978-80-247-1319-2.

ARLT, J. – ARLTOVÁ, M. (2003): *Finanční časové řady*. 1. vydání. Praha (2007), Grada Publishing, a.s. 220 stran. ISBN 80-247-0330-0.

AYDIN, B. (2008): Banking Structure and Credit Growth in Central and Eastern European Countries. IMF Working Paper WP/08/125.

BOLLERSLEV, T. (1986): Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity. In: *Journal of Econometrics*, Vol. 31, Issue 1., str. 307 – 327.

CADY, J. – GONZALES-GARCIA, J. (2006): The IMF's Reserves Templates and Nominal Exchange Rate Volatility. IMF Working Paper WP/06/274.

CANALES-KRILJENKO, J. – HABERMEIER, K. (2004): Structural Factors Affecting Exchange Rate Volatility: A Cross-Section Study. IMF Working Paper WP/04/147.

CAPUANO, CH. (2008): The Option-iPod. The Probability of Default Implied by Option Prices Based on Entropy. IMF Working Paper WP/08/194.

CATAO, L. – FOSTEL, A. – KAPUR, S. (2007): Persistent Gaps, Volatility Types, and Default Traps. IMF Working Paper WP/07/148.

CHAILLOUX, A. – GRAY, S. – McCAUGHRIN, R. (2008): Central Bank Collateral Frameworks: Principles and Policies. IMF Working Paper WP/08/222.

ENGLE, R. F. (1982): Autoregressive Conditional Heteroskedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. In: *Econometrica*, Vol. 50., Issue 1., str. 987 – 1007.

ENGLE, R. F. – LILIEN, D. M. – ROBINS, R. P. (1987): Estimating Time Varying Risk Premia in the Term Structure: the ARCH-M Model. In: *Econometrica*, Vol. 55, Issue 1., str. 391 – 407.

HVIDING, K. – NOWAK, M. – RICCI, A. L. (2004): Can Higher Reserves Help Reduce Exchange Rate Volatility? IMF Working Paper WP/04/189.

KALRA, S. (2008): Global Volatility and Foreign Returns in East Asia. IMF Working Paper WP/08/208.

KÓBOR, Á. – SZÉKELY, P. I. (2004): Foreign Exchange Market Volatility in EU Accession Countries in the Run-Up to Euro Adoption: Weathering Uncharted Waters. IMF Working Paper WP/04/16.

KISINBAY, T. (2003): Predictive Ability of Asymmetric Volatility Models at Medium-Term Horizons. IMF Working Paper WP/03/131.

KRICHENE, N. (2003): Modeling Stochastic Volatility with Application to Stock Returns. IMF Working Paper WP/03/125.

KRICHENE, N. (2004): Deriving Market Expectations for the Euro-Dollar Exchange Rate from Option Prices. IMF Working Paper WP/04/196.

MORALES, A. R. (2001): Czech Koruna and Polish Zloty: Spot and Currency Option Volatility Patterns. IMF Working Paper WP/01/120.

PALMA, W. (2007): *Long-Memory Time Series: Theory and Methods*. 1. vydání. Hoboken (2007), John Wiley & Sons, Inc. 283 stran. ISBN 978-0-470-11402-5.

PRAMOR, M. – TAMIRISA, T. N. (2006): Common Volatility Trends in the Central and Eastern European Currencies and the Euro. IMF Working Paper WP/06/206.

STANČÍK, J. (2007): Determinants of Exchange-Rate Volatility: The Case of the New EU Members. *Czech Journal of Economics and Finance*, Vol. 57, Issue 9-10, p. 414-432.

TAMIRISA, T. N. – IGAN, O. D. (2008): Are Weak Banks Leasing Credit Booms? Evidence from Emerging Europe. IMF Working Paper WP/08/219.