

## Srovnání výnosnosti základních obchodních strategií technické analýzy při obchodování měn CZK/USD a CZK/EUR<sup>1</sup>

Verze 23. 11. 2013

Michal Dvořák

### 1. Záměr

Na přednáškách 1MT301 - Mezinárodní finance byly zmíněny 4 ukazatele technické analýzy – klouzavý průměr, dva klouzavé průměry, momentum a Bollingerovo pásmo. Jak jsou na nich postavené obchodní strategie úspěšné v praxi? Která z nich přináší nejvyšší zisky?

To bude prozkoumáno na měnových párech CZK/EUR a CZK/USD. Budou použita data pro každodenní fixing, tedy jednou denně reportované kotace, v období od 30. 8. 2006 do 6. 11. 2013. K dispozici je pro oba měnové páry 1813 denních pozorování. Období končí před zahájením masivních devizových intervencí ČNB v listopadu 2013. Jde o kurzy střed, tudíž o obchodování bez nutnosti platit bid a ask marže.

Text je organizován následujícím způsobem. V kapitole 2 jsou popsány testované obchodní strategie a parametry indikátorů. Kapitola 3 popisuje benchmarkové strategie, tj. strategie, s nimiž bude výhodnost testovaných strategií poměřena. Kapitola 4 diskutuje způsob měření výnosnosti. V kapitole 5 jsou uvedeny výsledky pro běžně užívané parametry strategií. V kapitole 6 je diskutována výnosnost jednotlivých strategií v závislosti na volbě příslušných parametrů. Kapitola 7 přináší shrnutí.

### 2. Definice testovaných obchodních strategií

Strategie jsou záměrně zvoleny v nejjednodušší, běžně uváděné podobě (např. Durčáková a Mandel (2007, kap. 5)<sup>2</sup>). Velikosti parametrů jsou pak stanoveny na základě obvyklých hodnot.

#### Klouzavý průměr.

*Definice indikátoru:* klouzavý průměr, nevážený, sestávající z aktuální hodnoty a  $w-1$  zpožděných hodnot, tj.

$$MA_t(w) = \frac{\sum_{i=t-w+1}^t S_i}{w},$$

kde  $MA_t(w)$  je hodnota klouzavého průměru ve dni  $t$ , v závislosti na parametru  $w$ ,

$S_i$  je spotový kurz CZK/FX v  $i$ -tém dni.

*Nákupní signál* (nákup FX; FX je USD nebo EUR podle použitého měnového páru): Pokud aktuální kurz CZK/FX protne klouzavý průměr zdola, tj. pokud jsou splněny podmínky  $S_{t-1} < MA_{t-1}$  a zároveň  $S_t > MA_t$ .

<sup>1</sup> Před použitím závěrů studie k vlastnímu obchodování se prosím seznamte s disclaimerem na straně 12.

<sup>2</sup> Durčáková, J. a Mandel, M. (2007). *Mezinárodní finance*. 3. vydání. Praha: Management Press.

*Prodejní signál* (prodej FX): Pokud aktuální kurz CZK/FX protne klouzavý průměr shora, tj. pokud jsou splněny podmínky  $S_{t-1} > MA_{t-1}$  a zároveň  $S_t < MA_t$ .

*Užitá hodnota parametru*:  $w = 20$ , tedy klouzavý průměr sestává z aktuálního kurzu a kurzu v 19 předchozích obchodních dnech.

#### **Krátkodobý a dlouhodobý klouzavý průměr.**

*Definice indikátorů*: klouzavé průměry, nevážené, sestávající z aktuální a  $w_1 - 1$  zpožděných hodnot (krátkodobý, *SMA*), respektive z aktuální a  $w_2 - 1$  zpožděných hodnot (dlouhodobý, *LMA*), tedy

$$SMA_t(w_1) = \frac{\sum_{i=t-w_1+1}^t S_i}{w_1}, \quad LMA_t(w_2) = \frac{\sum_{i=t-w_2+1}^t S_i}{w_2}.$$

*Nákupní signál* (nákup FX): Pokud krátkodobý klouzavý průměr protne dlouhodobý klouzavý průměr zdola, tj. pokud jsou splněny podmínky  $SMA_{t-1} < LMA_{t-1}$  a zároveň  $SMA_t > LMA_t$ .

*Prodejní signál* (prodej FX): Pokud krátkodobý klouzavý průměr protne dlouhodobý klouzavý průměr shora, tj. pokud jsou splněny podmínky  $SMA_{t-1} > LMA_{t-1}$  a zároveň  $SMA_t < LMA_t$ .

*Užité hodnoty parametrů*:  $w_1 = 5$ ,  $w_2 = 20$ , tedy krátkodobý klouzavý průměr sestává z aktuálního kurzu a kurzu ve 4 předchozích obchodních dnech a dlouhodobý klouzavý průměr sestává z aktuálního kurzu a kurzu v 19 předchozích obchodních dnech.

#### **Momentum.**

*Definice indikátoru*: rozdíl aktuální hodnoty CZK/FX a hodnoty zpožděné o  $l$  období, tj.

$$M_t(l) = S_t - S_{t-l}.$$

*Nákupní signál* (nákup FX): Pokud se momentum překloupí ze záporných do kladných hodnot, tj. pokud jsou splněny podmínky  $M_{t-1} < 0$  a zároveň  $M_t > 0$ .

*Signál na ukončení spekulace na zhodnocení FX* (opětovný prodej FX): Pokud momentum přestane růst, tj. pokud je splněna podmínka  $M_{t-1} > M_t$ .

*Prodejní signál* (prodej FX): Pokud se momentum překloupí z kladných hodnot do záporných, tj. pokud jsou splněny podmínky  $M_{t-1} > 0$  a zároveň  $M_t < 0$ .

*Signál na ukončení spekulace na znehodnocení FX* (opětovný nákup FX): Pokud momentum přestane klesat, tj. pokud je splněna podmínka  $M_{t-1} < M_t$ .

Nákupní a prodejní epizody tedy nepokrývají celé uvažované období: určitou dobu investor pasivně drží svou výchozí měnu. To je diskutováno v kapitole 4 věnované měření výnosnosti.

*Užitá hodnota parametru:*  $l = 19$ , tj. momentum je rozdílem aktuálního kurzu a kurzu před 19 obchodními dny.

### **Bollingerova pásma.**

*Definice indikátoru:* střed pásma ( $M$ ) je definován jako klouzavý průměr, nevážený, sestávající z aktuální hodnoty kurzu a  $w - 1$  zpožděných hodnot. Horní mez pásma ( $H$ ) je definován jako střed pásma plus  $k$  krát klouzavá směrodatná odchylka sestávající z aktuální hodnoty a  $w - 1$  zpožděných hodnot kurzu. Dolní mez ( $L$ ) je definována jako střed pásma mínus  $k$  krát shodně vymezená klouzavá směrodatná odchylka. Neboli,

$$M_t(w) = \frac{\sum_{i=t-w+1}^t S_i}{w},$$

$$H_t(w, k) = M_t(w) + k \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=t-w+1}^t (S_i - M_t(w))^2}{w}},$$

$$L_t(w, k) = M_t(w) - k \cdot \sqrt{\frac{\sum_{i=t-w+1}^t (S_i - M_t(w))^2}{w}}$$

*Nákupní signál* (nákup FX): Pokud aktuální kurz shora protne dolní mez pásma (tj. klesne mimo pásmo), neboli jsou splněny podmínky  $S_{t-1} > L_{t-1}$  a zároveň  $S_t < L_t$ .

*Signál na ukončení spekulace na zhodnocení FX* (opětovný prodej FX): Pokud aktuální kurz vystoupí nad spodních  $f$  % dolní poloviny pásma, tj.  $S_t > L_t + f \cdot (M_t - L_t)$ , neboli překoná více než  $f$  % cesty v návratu od kraje ke středu pásma.

*Prodejní signál* (prodej FX): Pokud aktuální kurz zdola protne horní mez pásma (tj. vzroste mimo pásmo), neboli jsou splněny podmínky  $S_{t-1} < H_{t-1}$  a zároveň  $S_t > H_t$ .

*Signál na ukončení spekulace na znehodnocení FX* (opětovný nákup FX): Pokud aktuální kurz sestoupí pod horních  $f$  % horní poloviny pásma, tj.  $S_t < H_t - f \cdot (H_t - M_t)$ , neboli překoná více než  $f$  % cesty v návratu od kraje ke středu pásma.

Nákupní a prodejní epizody tedy nepokrývají celé uvažované období: určitou dobu investor pasivně drží svou výchozí měnu. Dokonce je obvyklé, že pro něj zahraniční měnu vlastní pouze zlomek celého období. To je diskutováno v kapitole 4 věnované měření výnosnosti.

*Užité hodnoty parametrů:*  $w = 19$ ,  $k = 1,96$ ,  $f = 0,2$ . Tj. klouzavý průměr a směrodatná odchylka sestává z aktuálního kurzu a kurzu v 19 předchozích obchodních dnech. Pásmo je široké 1,96 násobek směrodatné odchylky každým směrem. Pozice se likvidují, pokud kurz se vrátí ke středu pásma o více než 20% vzdálenosti mezi krajem a středem pásma.

### 3. Definice benchmarkových strategií

Pro zvýšení vypovídací schopnosti je vhodné srovnat výsledky testovaných obchodních strategií s výsledky jednoduchých alternativních strategií či investičních příležitostí. Nabízí se následující srovnávací (benchmarkové) strategie:

- Dokonalé předpovědi (nedostižná horní mez)
- Držení výhodnější z měn po celé období (dolní mez)
- Náhodné obchodování (dolní mez)
- Výnosnosti jiných aktiv, například akciových indexů v daných zemích (dolní mez).

**Obchodování na základě dokonalých předpovědí** znamená zaujímání takových pozic v čase, které umožní profitovat na veškerém kurzovém vývoji. Jedná se o nevyšší možný výnos při dané frekvenci dat. Zde jde o jeden kurz každý den; investor by ale mohl zvýšit zisk proti tomuto benchmarku, kdyby měl možnost obchodovat častěji (například 2x denně). Výsledek<sup>3</sup> této benchmarkové strategie ( $P$ ) se vypočte jako

$$P = \sum_{t=2}^T |S_t - S_{t-1}|$$

**Držení výhodnější z měn po celé období** je defenzivní strategie, která předpokládá, že investor trefí směr pohybu kurzu, a v průběhu období neobchoduje. Pokud se jeho výchozí měna za období zhodnotí, nebude obchodovat vůbec. Výnosnost strategie<sup>4</sup> ( $H$ ) se vypočte jako

$$H = \max \{S_T - S_1, S_1 - S_T\} = |S_T - S_1|$$

**Náhodné obchodování** znamená, že investor „si hodí kostkou“ a podle výsledku zaujímá nebo likviduje pozici. Zde bereme nejlepší výsledek náhodného obchodování z deseti pokusů, přičemž každý pokus vypadá tak, že investor každý den generuje (rovnoměrně rozdělené) náhodné číslo mezi -1 a 1. Pokud aktuálně nedrží žádnou pozici, když padne číslo větší než 0,7, nakoupí FX, pokud menší než -0,7, prodá FX. Pokud aktuálně pozici drží, když padne číslo menší než -0,7 nebo větší než 0,7, pozici likviduje. V případě, že likviduje, losuje ještě jednou, a když se dostaví opět výsledek vyšší než 0,7 či nižší než -0,7, přejde ihned do opačné pozice.

**Výnosnost akciových indexů** je měřena jako zhodnocení akciového indexu za sledované období. Tento benchmark lze srovnávat s obchodními strategiemi pouze v pomocném ukazateli zhodnocení prvotní částky (kapitola 4, měřítko stavů účtu), protože měří náklady obětované příležitosti držení obchodního účtu pro obchodování měn. Vypočte se jako

$$A = \frac{A_t}{A_1} \cdot 100,$$

kde  $A_t$  je hodnota akciového indexu ke konci  $i$ -tého dne.

<sup>3</sup> Jde o hodnotu nevhodnějšího měřítka výnosnosti - kumulovanou velikost pohybu kurzu - pro tuto benchmarkovou strategii. Více o měřítkách výnosnosti hovoří kapitola 4.

<sup>4</sup> Viz poznámku 2.

## 4. Ukazatele výnosnosti

Než přejdeme k prezentaci výsledků, je vhodné zmínit užité způsoby měření výnosnosti strategií. Jako nejvhodnější měřítko, které je dále použito v citlivostní analýze v kapitole 6, se jeví kumulovaná velikost pohybu kurzu.

**Kumulovaná změna kurzu.** Kumulovaná velikost pohybů kurzu, pokud je obchodován kontrakt o velikosti jedné jednotky FX, se rovná součtu denních kurzových zisků nebo ztrát z krátkých i dlouhých pozic, které strategie radí zaujmout. Vypočte se jako

$$\sum_{i \in L} (S_{i+1} - S_i) + \sum_{i \in S} (S_i - S_{i+1}),$$

kde  $i \in L$  v případě, že strategie radí mít v  $i$ -tém obchodním dni dlouhou pozici v FX (tedy spekulovat na posílení FX, neboli numerický nárůst kurzu CZK/FX), a  $i \in S$  v případě, že strategie radí mít v  $i$ -tém obchodním dni krátkou pozici v FX (tedy spekulovat na oslabení FX, neboli numerický pokles kurzu CZK/FX).<sup>5</sup>

Jedná se o nejpřesnější indikátor, protože reaguje jak na investiční příležitosti vzniklou posilováním FX, tak na investiční příležitost vzniklou oslabováním FX. Dále zde nepůsobí kumulační efekt, kdy získaný profit umožní následně obchodovat ve větších objemech. Nevýhodou tohoto měřítka je méně obrazná interpretace výsledků a nemožnost přesného měření výnosnosti vložených zdrojů. Proto jsou uvažována i dvě následující doplňková měřítka výnosnosti.

**Stav obchodního účtu, pokud měl investor na začátku období 100 CZK.** Pokud na konci období investiční strategie doporučuje držet FX, budou FX konvertovány do CZK kurzem posledního dne. Tím lze přesně měřit výnosnost strategie. Je třeba si však uvědomit, že korunový investor profituje na pohybu kurzu každým směrem odlišně. Pokud očekává apreciaci FX, drží FX a následně inkasuje zisk při zpětné konverzi. Pokud očekává depreciaci FX, drží CZK. Protože je však jeho účet korunový, nemůže na apreciaci CZK vydělat: vydělá jedině tehdy, pokud mu apreciacie umožní následně koupit FX levněji pro další investiční kolo. Pokud by koruna apreciovala celé období (srovnej s benchmarkovou strategií „drž“), nebude provádět žádné konverze. Tudíž korunový stav na jeho účtu bude 100 CZK. Přestože trefil směr pohybu, nevydělá ani korunu.<sup>6</sup>

**Stav obchodního účtu, pokud měl investor na začátku období 100 FX.** Výpočet probíhá identicky jako v minulém případě. Na konci období se účet případně konvertuje kurzem posledního dne do FX. Z uvedených důvodů je takřka jisté, že se oba výsledky budou lišit. Například ve výše zmíněné strategii „drž CZK“ dojde k zisku. FX účet byl totiž nejprve konvertován do CZK a ta se zhodnotila. Při zpětné konverzi dostane investor více než 100 FX, bude proto realizovat zisk.

Vedle měřítek výkonnosti je vyčíslen **počet investičních epizod** (= počet zaujetí krátké nebo dlouhé pozice v FX), aby bylo zřejmé, které strategie nutí investora častěji obchodovat. Počet investičních

<sup>5</sup> Jinými slovy, k měřítku se připočte mezidenní kurzový rozdíl, pokud byla spekulace mezi dvěma obchodními dny úspěšná (při dlouhé pozici se zhodnotil FX nebo při krátké pozici se znehodnotil FX). Stejně tak se od měřítka odečte mezidenní kurzový rozdíl, pokud byla spekulace mezi dvěma obchodními dny neúspěšná (při dlouhé pozici se znehodnotil FX nebo při krátké pozici se zhodnotil FX).

<sup>6</sup> Investor by si mohl FX půjčit, převést do CZK, a vydělat na možnosti splatit úvěr levněji. To ale vyžaduje předpoklad o velikosti úrokové sazby FX úvěrů. Kvůli nutnosti jejího modelování tento, byť běžný, způsob kurzové spekulace nebude uvažován.

epizod odpovídá „oboustrannému“ indikátoru kumulované změny kurzu a nikoli stavům účtu v obou měnách. Vyšší počet epizod je pro investora negativní, protože s každým obchodem bude muset investor platit bid-ask marži, která snižuje jeho čisté výnosy z obchodní strategie.<sup>7</sup>

## 5. Baseline výsledky

Výsledky pro měnový pár CZK/USD jsou uvedeny v Tabulce 1. Nezávisle na způsobu měření byl nejdůležitější strategií klouzavý průměr. Nejméně výhodná byla strategie založená na Bollingerově pásmu, která u nejpřesnějšího měřítka kumulované změny kurzu vedla dokonce k čisté ztrátě.

Tabulka 1: Výsledky obchodních strategií na měnovém páru CZK/USD

Testovaná strategie	Kumulovaná změna kurzu	Počet investičních epizod	Zhodnocení 100 CZK	Zhodnocení 100 USD
Klouzavý průměr	19,67	156	154,25	180,34
Krátkodobý a dlouhodobý KP	11,78	94	123,62	144,45
Momentum	2,62	143	106,52	107,33
Bollingerovo pásmo	-0,56	101	92,80	105,35

V Tabulce 2 jsou uvedeny výsledky referenčních strategií. Ze srovnání s benchmarky vychází jednoznačně vítězně pouze strategie klouzavého průměru. Strategie krátkodobého a dlouhodobého průměru je podstatně výnosnější než držení výhodnější měny, ale nejlepší z 10 náhodných obchodníků by dosáhl lepšího výsledku.<sup>8</sup> Krátkodobý a dlouhodobý klouzavý průměr přináší pouze mírně vyšší zhodnocení než výnosnost amerických akcií, což při vyšší rizikovosti měn není příliš uspokojivé. Strategie momenta a Bollingerova pásma propadly, jsou dokonce daleko méně výhodné, než kdyby investor držel USD po celé období.

Tabulka 2: Výsledky referenčních strategií (benchmarků) pro měnový pár CZK/USD

Referenční strategie	Kumulovaná změna kurzu	Počet investičních epizod	Zhodnocení 100 CZK	Zhodnocení 100 USD
Dokonalé předpovědi	215,75	865	27 371,28	31 503,50
Držet výhodnější měnu	2,96	1	100	115,50
Náhodné obchodování	13,44	340	148,63	137,39
Držet domácí akciový index	-	-	71,69	135,75

<sup>7</sup> Technické indikátory byly vyvinuty kvůli předvídání pohybu kurzu střed a se spready nepracují. Záleží pouze na klientovi, jak výhodné spready dokáže obstarat. Velikost velkoobchodního bid-ask spreadu kotací CZK/USD a CZK/EUR uváděných na Patria Finance se pohybuje kolem 0,03. Aby se spočítala čistá výnosnost investora obchodujícího tyto kotace, je potřeba odečíst tuto velikost krát počet investičních epizod.

<sup>8</sup> Často je používáno (manipulativní) srovnání náhodných obchodních strategií s opicemi; například by se řeklo, že investor užívající strategii krátkodobého a dlouhodobého průměru byl méně úspěšný než jedna z deseti obchodujících opic. To mimo jiné ukazuje, že i investor bez promyšlené obchodní strategie může občas dosáhnout pozoruhodného zhodnocení. Více např. Taleb, N. (2011). *Černá labuť: Následky vysoce nepravděpodobných událostí*. Praha: Paseka.

Výsledky pro měnový pár CZK/EUR udané v Tabulce 3 jsou mírně odlišné. Kvůli nižší volatilitě měn jsou dosažená zhodnocení výrazně nižší. Klouzavý průměr je opět daleko nejvýhodnější strategií, následován tentokrát Bollingerovým pásmem. Momentum a dva klouzavé průměry jsou podstatně méně výhodné.

Tabulka 3: Výsledky obchodních strategií na měnovém páru CZK/EUR

Testovaná strategie	Kumulovaná změna kurzu	Počet investičních epizod	Zhodnocení 100 CZK	Zhodnocení 100 EUR
<b>Klouzavý průměr</b>	<b>4,45</b>	192	<b>103,70</b>	<b>113,93</b>
Krátkodobý a dlouhodobý KP	0,27	106	95,86	104,93
<b>Momentum</b>	0,46	150	96,97	104,85
<b>Bollingerovo pásmo</b>	1,23	90	98,92	106,24

Pokud provedeme srovnání s výsledky benchmarkových strategií (Tabulka 4), žádná ze sledovaných strategií neporáží nejlepšího z 10 náhodných investorů a všechny jsou podstatně méně výnosné než držení eurových akcií, reprezentovaných německým indexem DAX. Kromě klouzavého průměru vychází všechny strategie rovněž hůře než držení EUR po celé období. Krátkodobý a dlouhodobý klouzavý průměr a momentum dokonce výrazně hůře.

Tabulka 4: Výsledky referenčních strategií (benchmarků) pro měnový pár CZK/EUR

Referenční strategie	Kumulovaná změna kurzu	Počet investičních epizod	Zhodnocení 100 CZK	Zhodnocení 100 EUR
<b>Dokonalé předpovědi</b>	141,59	835	1486,91	1625,90
<b>Držet výhodnější měnu</b>	2,47	1	100,00	109,56
<b>Náhodné obchodování</b>	7,42	314	111,06	119,80
<b>Držet domácí akciový index</b>	-	-	71,69	154,08

## 6. Citlivostní analýza

Studie záměrně používá nejjednodušší strategie a typické nastavení parametrů. Je nesporné, že modifikace strategií (tj. signálů, kdy se bude nakupovat a kdy prodávat), bude mít vliv na ziskovost. Stejně tak bude mít vliv i změna v parametrech indikátorů (např. délka okénka u klouzavého průměru). Investor bude mít zájem si parametry přizpůsobovat tak, aby dosáhl nejlepších výsledků. Propracovanější verze studie by proto měla být tříkolová.

- V prvním kroku se nastaví parametry tak, aby právě jejich užití dávala strategie nejvyšší výnos na určitém vzorku dat
- Ve druhém kroku se takto optimalizované strategie otestují na novém vzorku dat.
- Ve třetím kroku se porovnají výsledky druhého kroku mezi obchodními strategiemi a určí se jejich pořadí.

Změny strategií ponechejme stranou a zaměřme se na nastavení parametrů. Je klíčové, aby parametry strategie byly optimalizovány na jiném vzorku dat, než na kterém bude provedeno jejich

porovnání. V realitě totiž nemůže investor strategii vylepšovat na základě svých *budoucích* výsledků. Existují dvě řešení tohoto požadavku:

- Soubor o kotovaných kurzech se **rozdělí na dvě části** (např. od 30. 8. 2006 do 31. 12. 2009 a od 1. 1. 2010 a novější), na jedné z nich se optimalizují parametry a na druhé se otestují.<sup>9</sup>
- Parametry metod jsou **průběžně vylepšovány** tak, že pro každý obchodní den využijí parametry vyvinuté na všech (nebo jen části, např. posledním roce) minulých datech až do minulého obchodního dne.<sup>10</sup>

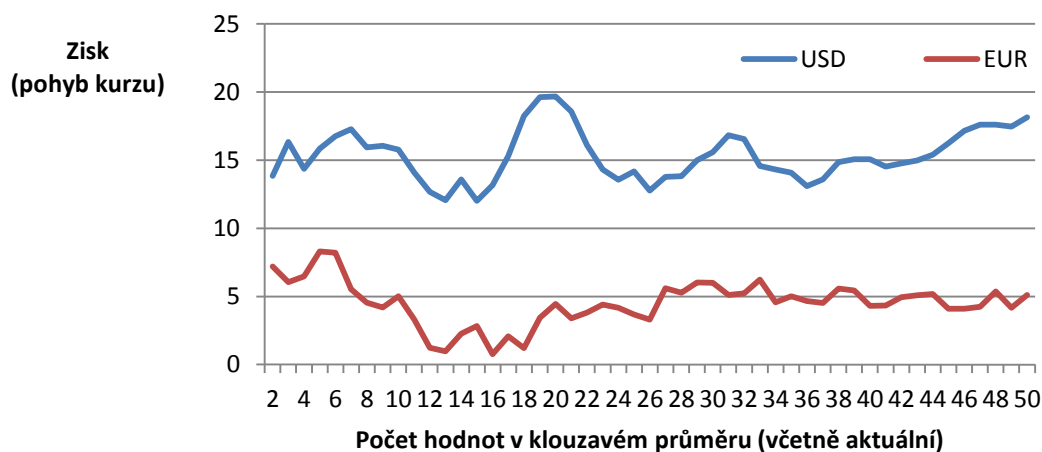
První způsob není u časových řad vhodný, protože metody budou nevyhnutelně optimalizované na starých datech. Druhý způsob, ačkoli běžně používaný, je komplikovanější na implementaci.<sup>11</sup> Proto bude citlivostní analýza zaměřena pouze na popis změny výsledků, pokud *by byly* použity odlišné parametry.

Zkoumáno bude (1) do jaké míry kolísá realizovaná výnosnost strategií v závislosti na volbě parametrů, a (2) zda hodnoty zvolené ve studii dosahují spíše podprůměrných nebo spíše nadprůměrných výsledků v rámci všech přípustných parametrů strategie.

Měřítkem výkonnosti bude kumulovaná změna kurzu (viz kapitola 4). U strategií s více parametry se analýza provede za předpokladu, že ostatní parametry zůstanou na úrovni hodnot z baseline případu (viz kapitola 2).<sup>12</sup>

**Klouzavý průměr.** Jak je vidět z Obrázku 1, pro měnový pár CZK/USD je strategie velmi zisková, nezávisle na délce klouzavého okénka, přičemž ve studii zvolený parametr 20 hodnot je vůbec nejlepší. Pro měnový pár CZK/EUR se výnosnost strategie podstatně liší v závislosti na délce okénka. Zvolený parametr 20 hodnot nabízí v rámci strategie průměrné výnosy.

Obrázek 1: Výnosnost strategie klouzavého průměru v závislosti na počtu hodnot v klouzavém průměru (parametr  $w$ )



<sup>9</sup> Takto se přistupuje např. ke konstrukci funkce popisující úvěruschopnost retailových klientů banky na základě jejich pozorovatelných charakteristik (např. příjem, míra zajištění úvěru, nesplácení v minulosti, pohlaví,...). Ukázka v Witzany, J. (2010). *Credit Risk Management and Modeling*. Praha: Oeconomica, s. 33, 60-66.

<sup>10</sup> Takto se skutečně přistupuje k vývoji spekulativních strategií.

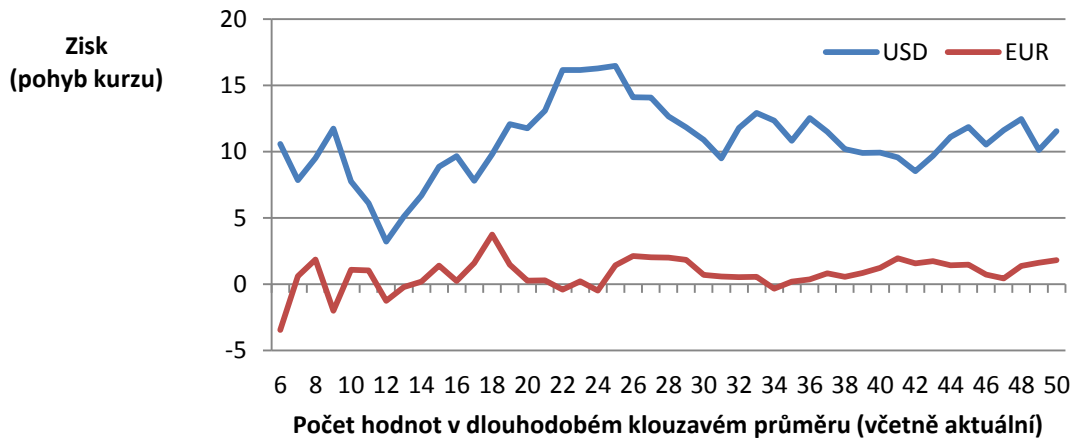
<sup>11</sup> Jde ale o ideální námět pro bakalářskou/diplomovou práci.

<sup>12</sup> Tj. vlivy současné změny více parametrů nebudou uvažovány.



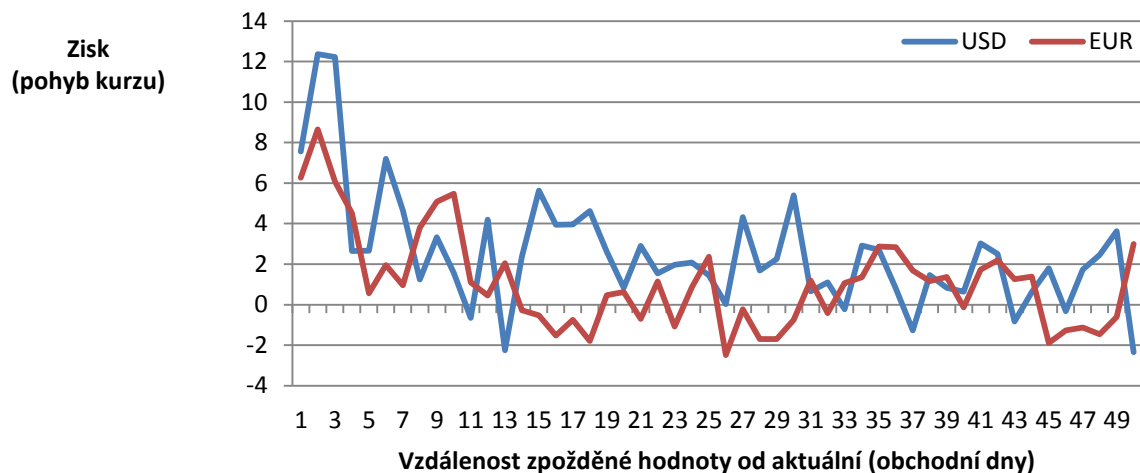
**Krátkodobý a dlouhodobý klouzavý průměr.** Jak ukazuje Obrázek 2, u měnového páru CZK/USD je strategie poměrně stabilně zisková, pokud dlouhodobý průměr sestává z více než 15 hodnot. Užitá hodnota 20 je spíše nadprůměrně výnosná. U měnového páru CZK/EUR je strategie obecně málo zisková, při určité velikosti okénka dokonce ztrátová. Užitá hodnota 20 je spíše podprůměrná.

Obrázek 2: Výnosnost strategie krátkodobého a dlouhodobého klouzavého průměru v závislosti na počtu hodnot v dlouhodobém klouzavém průměru (parametr  $w_2$ , předpokládáno  $w_1 = 5$ )



**Momentum.** Jak lze vyčíst z Obrázku 3, u obou měnových párů výnosnost strategie klesá se vzrůstající vzdáleností zpožděné hodnoty; nejvýhodnější jsou vždy 2 zpoždění. Ziskovost se mnohdy velmi liší při zvýšení nebo snížení počtu zpoždění i o jediné. Zvolená hodnota 20 dává u CZK/USD i CZK/EUR spíše podprůměrné výsledky.

Obrázek 3: Výnosnost strategie momenta v závislosti na vzdálenosti zpožděné hodnoty od aktuální (parametr  $l$ )

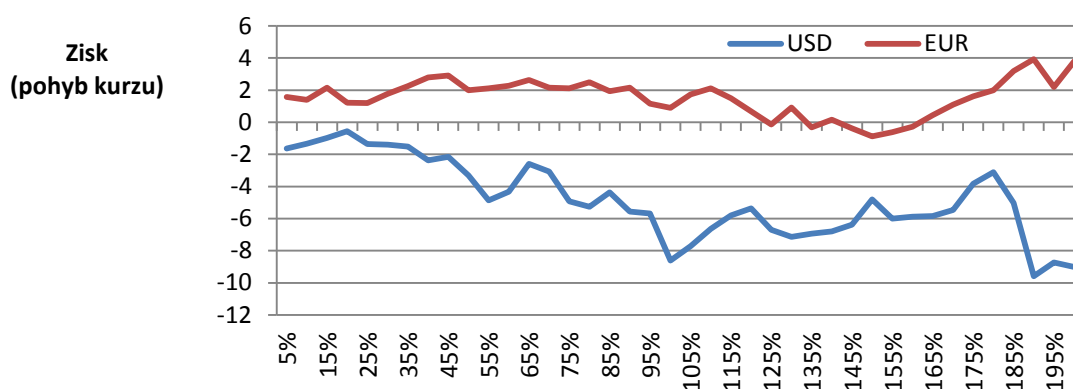


**Bollingerovo pásmo.** Zde je třeba prozkoumat citlivost ziskovosti u 3 parametrů. Nejprve otestujme parametr ukončení pozice<sup>13</sup>: kolik procent vzdálenosti mezi krajem a středem pásma musí kurz překročit ve svém návratu ke středu pásma, abychom se rozhodli uzavřít pozici. Vyšší hodnota

<sup>13</sup> Zde se jedná o parametr samotné strategie, nikoli parametr za strategií stojícího technického indikátoru, jako je tomu ve všech ostatních zkoumaných případech. Neexistuje ale teorie, která by poskytla vodítko ke stanovení tohoto parametru. Srovnej následující poznámkou.

parametru znamená delší dobu spekulace, a tedy vyšší potenciální výtěžnost signálu. Naopak rychlejší uzavírání je bezpečnější, ale zase hrozí, že se připravíme o část zisk pramenícího z pohybu kurzu směrem, který technický indikátor předpověděl. Obrázek 4 ukazuje, že u obou měnových párů existují dvě optimální doby držení; u CZK/USD cca 20% a 180% poloviny pásma (tj. vzdálenosti hranic od středu), u cca EUR 45% a 190% poloviny pásma; rychlejší i pomalejší likvidování pozice je méně výhodné. U CZK/USD je strategie vždy ztrátová, kdežto u CZK/EUR je vždy zisková. Zvolený parametr 20% poloviny pásma (tj. 10% celého pásma) je u páru CZK/USD ještě nejméně prodělečný. U páru CZK/EUR je naopak tato hodnota jedna z nejhorších. Zbývá dodat, že specifická hodnota 200% poloviny pásma, značící likvidaci pozice až tehdy, překmitne-li kurz přes šířku celého pásma, je velmi prodělečná u CZK/USD, ale téměř ideální pro CZK/EUR, kdy dosahuje výnosnosti jen 15% horší než u baseline výsledku klouzavého průměru jakožto nejlepší strategie.<sup>14</sup>

**Obrázek 4: Výnosnost strategie Bollingerova pásma v závislosti na parametru popisující okamžik ukončení spekulace (parametr  $f$ , předpokládáno  $k = 1,96$  a  $w = 20$ )**



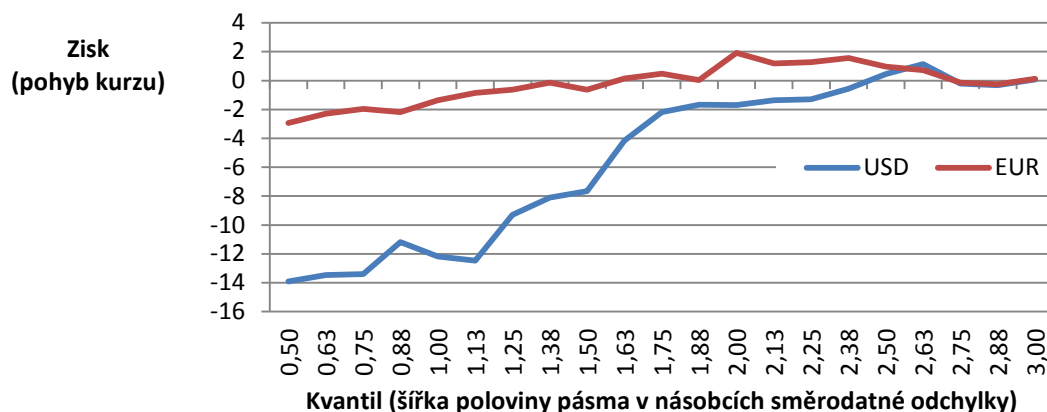
**Ukončit spekulaci, když kurz překoná % cesty v návratu od kraje ke středu pásma**

Parametrem konstrukce Bollingerova pásma je kvantil, tedy šířka pásma na každou stranu od klouzavého průměru jako násobek klouzavé směrodatné odchylky. Vyšší hodnota kvantilu dá širší pásmo, tudíž méně časté, ale jistější signály. Obrázek 5 ukazuje, že u obou měnových párů existuje optimální hodnota kvantilu: příliš nízký (a tedy úzké pásmo) je velmi ztrátové, příliš vysoký (a tedy příliš široké pásmo) dává zisk nulový (proto, že v takové situaci kurz za celé období z pásma nevystoupil). Pro CZK/USD je optimální hodnota kolem 2,5, pro CZK/EUR kolem 2. Zvolená hodnota 1,96 je CZK/USD nadprůměrně výnosná, u CZK/EUR dokonce téměř optimální. Přesto výnosnost strategie je velmi nízká i při optimálních hodnotách kvantilu<sup>15</sup>.

<sup>14</sup> Volba 200% nebyla použita jako výchozí hodnota, přestože bývá někdy doporučována. Vedle rozporuplnosti výsledků mezi posuzovanými měnovými páry proti použití této hodnoty svědčí fakt, že lze teoreticky těžko zdůvodnit, proč by kurz měl překmitávat celé pásmo. Bollingerovo pásmo je primárně určeno na obchodování v rámci jednoho obchodního dne, kde se ale vývoj kurzu může chovat podstatně jinak, než při zde užití denní frekvenci kotací.

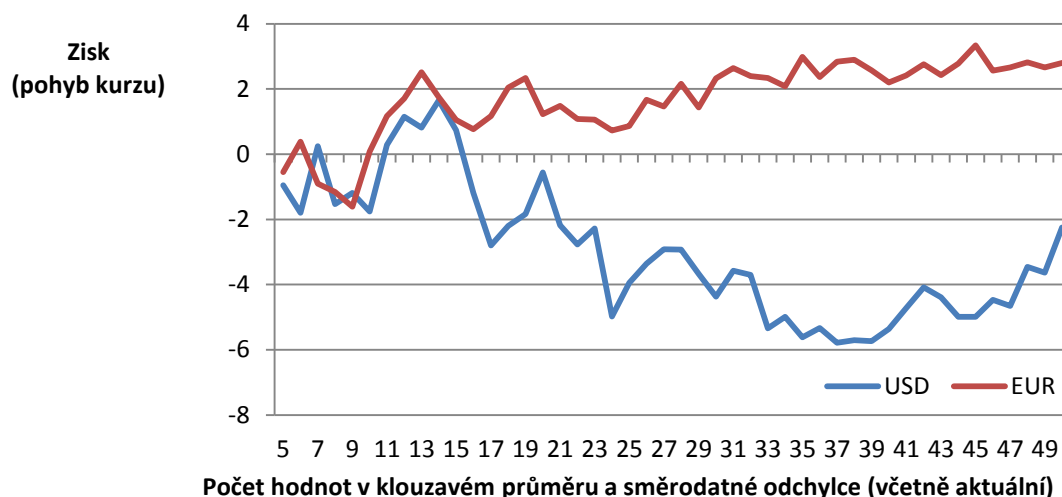
<sup>15</sup> Jedno z vysvětlení je následující. Za celé období nastává pouze menší počet obchodních signálů (viz Tabulku 3, počet investičních epizod), a všechny epizody jsou spíše krátké. Tudíž není možnost naakumulovat dostatečný kurzový pohyb, aby byla výnosnost srovnatelná se strategiemi, které předpokládají delší dobu držby.

Obrázek 5: Výnosnost strategie Bollingerova pásma v závislosti na šíři pásma jako násobku směrodatné odchylky (parametr  $k$ , předpokládáno  $f = 0,2$  a  $w = 20$ )



Posledním zkoumaným parametrem Bollingerova pásma je počet hodnot, ze kterých se počítá klouzavý průměr a klouzavá směrodatná odchylka. Menší počet hodnot dává větší váhu čerstvým (a tudíž aktuálním) pozorováním, větší počet dává propočtu vyšší statistickou relevanci (za předpokladu, že na trhu nedošlo ke změně podmínek, samozřejmě). Obrázek 6 ukazuje velké odlišnosti ve výnosnosti mezi měnovými páry. Pro CZK/USD je metoda kromě malého intervalu parametru silně ztrátová, přičemž vztah mezi délkou okénka a výnosností je nejasný. U CZK/EUR je strategie obecně výnosná a výnosnost má tendenci růst s počtem zahrnutých hodnot. Použitá hodnota 20 je u CZK/USD relativně nadprůměrně výnosná, u CZK/EUR naopak podprůměrná.

Obrázek 6: Výnosnost strategie Bollingerova pásma v závislosti na počtu hodnot v klouzavém průměru a klouzavé směrodatné odchylce (parametr  $w$ , předpokládáno  $f = 0,2$ ,  $c = 1,96$ )



## 7. Shrnutí

Ze 4 testovaných strategií na denních datech za období 30. 8. 2006 - 6. 11. 2013 pro měnové páry CZK/USD a CZK/EUR výrazně dominuje strategie klouzavého průměru. Ostatní strategie jsou méně výhodné – mnohdy vychází lépe držet měnu celé období a v několika případech jsou dokonce prodělečné. S výjimkou klouzavého průměru se pořadí a zhodnocení strategií značně liší v závislosti na použitém měnovém páru. Volba hodnot parametrů jednotlivých metod (např. počet pozorování

v klouzavých průměrech) má často dramatický vliv na ziskovost strategie, až na několik vzácných výjimek však dominanci klouzavého průměru narušit nedokáže.

## Data a výpočetní skript

**Data.** K výpočtům byla použita data z následujících zdrojů.

Měnové kurzy	
<b>Název</b>	<b>Forex – fixing, ČNB</b>
<b>Poskytovatel</b>	Patria Finance
<b>Zdroj dat</b>	Reuters
<b>Období</b>	30. 8. 2006 – 6. 11. 2013
<b>Frekvence</b>	Jednou denně

Poznámka: z obchodních dnů byly vyloučeny dny 1. 1. 2009 a 13. 12. 2009, pro které údaje pro měnové páry CZK/EUR a CZK/USD nejsou k dispozici.

Akciové indexy			
<b>Název</b>	<b>PX Index</b>	<b>DAX Index</b>	<b>S&amp;P 500</b>
<b>Poskytovatel</b>	Patria Finance	Patria Finance	Patria Finance
<b>Zdroj dat</b>	Reuters	Reuters	Reuters
<b>Období</b>	30. 8. 2006 – 6. 11. 2013	30. 8. 2006 – 6. 11. 2013	30. 8. 2006 – 6. 11. 2013
<b>Frekvence</b>	Jednou denně - Závěrečný kurz	Jednou denně - Závěrečný kurz	Jednou denně - Závěrečný kurz

**Výpočetní skript.** Skript napsaný v programu MATLAB je na vyžádání k dispozici od autora na adrese [michal@michaldvorak.eu](mailto:michal@michaldvorak.eu).

## Disclaimer

Je nezbytné upozornit, že se výsledky této studie vztahují k obchodování *konkrétních* měnových párů za *konkrétní* období. Užitá metodologie nezaručuje, že jsou výsledky přenositelné na jiné měnové páry a/nebo na jiné období. Autor se výslovně zříká odpovědnosti za obchodní ztráty utřžené při využívání informací z tohoto materiálu.