

Vysoká škola ekonomická v Praze

Fakulta financí a účetnictví

Katedra bankovníctví a pojišťovnictví

Studijní obor: Finanční inženýrství



Analýza vlivu mediálně významných událostí na finanční trhy

Autor diplomové práce: bc. Vojtěch Siuda

Vedoucí diplomové práce: prof. RNDr. Jiří Witzany, Ph.D.

Rok obhajoby: 2017

Čestné prohlášení

Prohlašuji, že diplomovou práci na téma „Analýza vlivu mediálně významných zpráv na finanční trhy“ jsem vypracoval samostatně a veškerou použitou literaturu a ostatní zdroje informací řádně označil a uvedl v přiloženém seznamu.

V dne

Podpis:

Poděkování

Chtěl bych poděkovat vedoucímu své diplomové práce panu prof. RNDr. Jiřímu Witzanymu Ph.D. za jeho odborné rady, vstřícnost a čas, jež mi věnoval.

Abstrakt

Tato diplomová práce se zabývá vlivem zveřejnění vybraných makroekonomických ukazatelů ve Spojených státech na finanční trhy S&P500 Futures, VIX Futures a na měnový kurz EUR/USD. V teoretické části se zabýváme popisem a konstrukcí jednotlivých trhů. V empirické části nejprve s využitím lineární regrese analyzujeme reakci tržních cen na reportování jednotlivých indikátorů v periodě 1 minuty, 10 minut a 30 minut od oznámení hodnoty indikátoru, respektive na odchylku od hodnoty očekávanou trhem, snažíme se najít systematickosti ve vyhodnocování překvapivých hodnot a rychlost, s jakou dokáží tržní hráči zpracovat novou informaci a ustálit svou cenu na nové rovnovážné hodnotě. Bylo nalezeno minimum situací, ve kterých jsme vysvětlili pozorovaný tržní pohyb jako lineární kombinaci rozdílu mezi skutečně reportovanou hodnotou a odhadem analytiků. Objevili jsme však několik situací, kdy se trh přizpůsoboval nové informaci delší dobu a byl tak v krátkém období neefektivní. V druhé části empirického výzkumu jsme otestovali všechny statisticky významné modely na out-sample vzorku s cílem zjistit, zda tržní neefektivity přetrvávaly a dalo se na nich dosahovat systematického zisku. Otestovali jsme hrubou výkonnost, poté čistou výkonnost se zahrnutím transakčních nákladů a nakonec jsme definovali jednoduchá obchodní pravidla s cílem stabilizace zisku a snížení rizikovosti obchodů. Pro trhy VIX Futures a EUR/USD jsme dosáhli mírné ztráty, respektive zanedbatelného zisku, u trhu S&P 500 Futures jsme dosáhli zisku u všech sledovaných makroekonomických ukazatelů a celkový zisk byl poměrně vysoký s minimální volatilitou vloženého kapitálu.

Klíčová slova: VIX Futures, S&P500 Futures, EUR/USD, makroekonomické indikátory, lineární regrese

Abstract

This thesis analyses the impact of announcements of macroeconomic indicators in United States on price development of the VIX Futures, S&P500 Futures and EUR/USD FX rate. Theoretical part contains construction and description of individual markets. Empirical part investigates the reaction of market prices after 1, 10 and 30 minutes after announcement of an individual indicator value on a market surprise demonstrated as a difference between reported value and analysts' expectations. We tried to find a systematic reaction of market participants and the pace of absorption of new information into the market price. There have been found minimum of situations, where we explained the market move as a linear combination of market surprise. However, there was a several cases, where the market did not adjust to announced information quickly and was inefficient in a short period. In the second part of empirical research we tested all significant models on an out-sample data. The goal was to determine whether the market inefficiencies persisted and stable profit could be achieved. We analysed the brutto performance, then netto performance including all transaction costs. Finally, we defined a simple trading rules with a purpose of profit stabilization and lowering the riskiness of trades. For VIX Futures and EUR/USD markets we achieved a low loss, respectively negligible profit. For S&P 500 Futures we obtained a profit strategies for all selected indicators, total profit was high with a very low volatility of invested capital.

Key words: VIX Futures, S&P500 Futures, EUR/USD, macroeconomic indicators, linear regression

Obsah

Úvod	8
1. Volatilita a popis vybraných trhů.....	10
1. 1. Od měření historické volatility k trhu VIX Futures.....	10
1. 1. 1. Definice a měření historické volatility	10
1. 1. 2. Implikovaná volatilita.....	10
1. 1. 3. Index VIX	11
1. 1. 4. Výpočet indexu VIX.....	12
1. 1. 5. Trh VIX Futures	13
1. 2. S&P 500 a vztah k trhu S&P 500 Futures	14
1. 2. 1. Index S&P 500.....	14
1. 2. 1. Přechod k S&P 500 Futures.....	15
1. 3. FX trh EUR/USD	17
2. Analýza vlivu vybraných makroekonomických ukazatelů.....	21
2.1. Metodologie	21
2. 2. Data o inflaci	23
2. 2. 1. Inflace a trh S&P500 Futures	24
2. 2. 2. Inflace a trh VIX Futures	25
2. 2. 3. Inflace a kurz EUR/USD	26
2. 2. 4. Zhodnocení významu inflačních dat	27
2. 3. Data z trhu práce	28
2. 3. 1. Trh práce a S&P 500 Futures	29
2. 3. 2. Trh práce a VIX Futures.....	30
2. 3. 3. Trh práce a kurz EUR/USD	31
2. 3. 4. Zhodnocení dopadu dat z trhu práce.....	32
2. 4. Data o maloobchodních tržbách.....	32
2. 4. 1. Maloobchodní tržby a trh S&P 500 Futures.....	33
2. 4. 2. Maloobchodní tržby a trh VIX Futures.....	34
2. 4. 3. Maloobchodní tržby a kurz EUR/USD	35
2. 4. 4. Zhodnocení vlivu maloobchodních tržeb.....	36
2. 5. Data o objednávkách zboží dlouhodobé spotřeby	36
2. 5. 1. Durables a trh S&P 500 Futures.....	37
2. 5. 2. Durables a trh VIX Futures	38
2. 5. 3. Durables a kurz EUR/USD	39
2. 5. 4. Zhodnocení vlivu durables	40
2. 6. Data o PMI v průmyslu	40

2. 6. 1. PMI v průmyslu a trh S&P 500 Futures	41
2. 6. 2. PMI v průmyslu a VIX Futures	42
2. 6. 3. PMI v průmyslu a kurz EUR/USD.....	43
2. 6. 4. Zhodnocení vlivu PMI v průmyslu	43
2. 7. PMI ve službách	44
2. 7. 1. PMI ve službách a trh S&P 500 Futures	45
2. 7. 2. PMI ve službách a trh VIX Futures	45
2. 7. 3. PMI ve službách a kurz EUR/USD	46
2. 7. 4. Zhodnocení PMI ve službách	47
2. 8. Zhodnocení vlivu makroekonomických indikátorů na jednotlivé trhy	48
3. Out-sample analýza vybraných modelů	49
3. 1. Metodologie	49
3. 2. Analýza hrubé výkonnosti.....	51
3. 3. Analýza čisté výkonnosti.....	54
3. 4. Analýza čisté výkonnosti po aplikaci pravidel.....	57
3. 5. Zhodnocení out-sample výkonnosti	61
Závěr.....	63
Seznam tabulek	65
Seznam obrázků	66
Použité zdroje.....	67

Úvod

Makroekonomické indikátory představují jeden z klíčových zdrojů informací o kondici jednotlivých částí ekonomiky a jsou tak velmi pozorně sledovány tržními účastníky. Ti se je snaží vyhodnotit co nejrychleji po jejich reportování a ceny na finančních trzích by tedy na ně měly rychle reagovat. Investoři a finanční analytici si ale také vytvářejí očekávání, jak se různým částem ekonomiky v minulém období dařilo a na základě nich vytvářejí ceny různých aktiv. Jsou-li tato očekávání poměrně přesná, nedá se předpokládat velká tržní reakce na zveřejněné skutečné hodnoty, protože ty už jsou zahrnuty v cenách jednotlivých instrumentů. Zajímavější situace nastává, pokud se tržní hráči v průměru ve svých očekáváním zmýlí a dojde k reportování překvapivých hodnot, v takovém případě býváme na trhu obvykle svědky významných reakcí, které mohou determinovat většinu tržních výnosů během celého dne. Například rozhodnutí výboru FOMC¹ o nastavení úrokové míry dokázal vysvětlit přibližně 56% variability celkového denního pohybu na dluhopisových trzích v USA v období mezi lety 1996-2013, zveřejněné údaje o HDP pak například 36% celkové variability (Brazys, Martens, 2014, str. 26)

V této diplomové práci se budeme zabývat vybranými makroekonomickými indikátory z americké ekonomiky s nejvyšším předpokládaným dopadem a jejich vlivem na trhy VIX Futures, S&P 500 Futures a měnový pár EUR/USD. Vybranými zprávami pro nás budou roční data o inflaci reprezentována jádrovým indexem spotřebitelských cen, data o kondici trhu práce (průměrná hodinová mzda, nezaměstnanost a tvorba nových pracovních míst), data o maloobchodních tržbách, objednávky zboží dlouhodobé spotřeby a indexy nákupních manažerů ve službách a v průmyslu.

V první kapitole se podíváme na konstrukci jednotlivých trhů, popíšeme vztahy, kterými se řídí ceny a jejich vazby na podkladové indexy.

Ve druhé kapitole se krátce budeme zabývat konstrukci jednotlivých zkoumaných ukazatelů a jejich interpretaci a poté analyzovat na trénovacím vzorku dat vliv rozdílu mezi skutečně reportovanou hodnotou a očekáváním analytiků (tzv. hodnota surprise) na výnosy jednotlivých trhů v období 1 minuty, 10 minut a 30 od zveřejnění hodnoty

¹ Orgán Fedu, který rozhoduje o nastavení měnové politiky v USA

jednotlivých ukazatelů. Alternativně budeme také zkoumat rychlost s jakou se trhy přizpůsobují nové informaci a to tak, že vždy zkusíme vysvětlit vztah mezi výnosy v delší periodě pomocí výnosů v kratší periodě.

Ve třetí kapitole zjistíme na testovacím vzorku dat, zda neefektivita zjištěná ve druhé kapitole na trzích přetrvávala a dalo by se systematickým vstupováním do pozic dosahovat zisku. Ověříme nejprve hrubou výkonnost zjištěných modelů, poté zahrneme poplatkovou strukturu burzám a brokerům a zahrneme rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou (bid-ask spread), abychom se co nejvíce přiblížili čisté výkonnosti. Nakonec definujeme jednoduchá obchodní pravidla pro vystupování z pozic s cílem stabilizovat výkonnost (odstranit odlehlá pozorování – vysoké zisky a ztráty) a snížit riziko jednotlivých obchodů.

1. Volatilita a popis vybraných trhů

1. 1. Od měření historické volatility k trhu VIX Futures

1. 1. 1. Definice a měření historické volatility

Volatilita představuje rizikovost investice do tržních instrumentů. Pomocí volatility vyjadřujeme nestálost či změny a můžeme ji odhadnout jako odmocninu z rozptylu výnosů časové řady. Matematicky pak vyjádříme jako:

$$s = \sqrt{\frac{1}{N} * \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

kde x_i představuje i -tý výnos v časové řadě, \bar{x} je průměrný výnos ve sledované časové řadě a N je velikost vzorku dat. Ve financích se často stane, že nerozlišíme průměrný výnos (drift) od působení náhodného procesu, který generuje volatilitu. Odhady průměrného výnosu jsou pak (zvláště pro menší vzorky dat) ovlivněny náhodným šumem. Proto se často pro odhad volatility stanovuje průměrný výnos nulový. (Sinclair 2013). Abychom obdrželi nevychýlený odhad celé populace z našeho vzorku, musíme provést ještě Besselovu korekci pro výběrovou směrodatnou odchylku.

$$\sigma = \frac{N}{N-1} * s$$

Složíme-li dva výše zmíněné vzorce, obdržíme nevychýlený odhad historické volatility.

$$\sigma = \sqrt{\frac{1}{N-1} * \sum_{i=1}^N (x_i - \bar{x})^2}$$

Typů měření historické volatility je v dnešní době velké množství, dalšími nejznámějšími jsou např. Parkinsonova volatilita, Rogers-Satchellova definice volatility nebo Garman-Klassova definice, pro potřeby této práce si však postačíme pouze se standardní definicí. Aplikací této rovnice obdržíme volatilitu pro jedno období, budeme-li chtít znát přepočtenou roční volatilitu, pak bychom tuto hodnotu vynásobili odmocninou z počtu obchodních období v daném roce².

² Při denních datech by to byla odmocnina přibližně z 252 (průměrný počet obchodních dní v roce), při týdenních pak například odmocnina z 52.

1. 1. 2. Implikovaná volatilita

Historická volatilita však měří minulost a říká nám pouze pramálo o současné situaci na trzích. Pro zjištění aktuální nejistoty, která panuje na trzích, nám dokáže říct koncept implikované tržní volatility počítané z opčních cen. Abychom dokázali pochopit proces měření implikované volatility, definujme si opci jako instrument a faktory ovlivňující cenu opce, které vstupují do tradičního Black-Scholes-Mertonova modelu pro oceňování opcí.

Opce je nástroj, který nám v obecné rovině dává určité právo. Na finančních trzích nám zakoupení opce dává možnost nakoupit či prodat určitý instrument za předem domluvenou cenu. Naopak pokud opci prodáme, máme povinnost za předem stanovených podmínek (každá opce má definován typ, datum maturity a cenu) nakoupit či prodat finanční instrument na požádání toho, kdo od nás opci koupil za předem domluvenou cenu. Za tento nesymetrický vztah (ten, kdo opci koupil, má právo ji realizovat, prodávající má pak povinnost mu vyhovět) obdrží prodávající opční prémii, která je cenou opce.

Právě vzhledem k nerovnovážnému postavení smluvních stran je kalkulus ceny u opcí složitější, než u jiných instrumentů. Cenu opce (pro tento příklad evropská opce na akcii nevyplácející dividendu) ovlivňují v zásadě aktuální spotová cena podkladového instrumentu, realizační cena opce, čas do splatnosti, aktuální tržní volatilita a bezriziková úroková míra. (např. Hull, 2005 nebo Witzany, 2013)

Výše definované proměnné také vstupují do Black-Scholes-Mertonova oceňovacího modelu. Odvozením tohoto modelu se v této práci nebudeme zabývat, důležité pro nás je pochopit, že pro výpočet tržní ceny opce potřebujeme aktuální volatilitu. Nicméně ceny opcí jsou na trhu známy a jsou veřejně dostupné, úpravou rovnice o 1 neznáme tedy jednoduše dopočítáme implikovanou tržní volatilitu ze známých cen opcí.³

1. 1. 3. Index VIX

Se znalostí způsobu obdržení implikované volatility si nyní představíme index VIX. Ten byl poprvé uveden veřejnosti společností CBOE (Chicago Board Options Exchange)

³ Znovu se odvolávám k tomu, že pro potřeby této práce není důležité znát BSM formuli ani její odvození a případné problematické předpoklady (např. právě konstantní volatilita). Jde pouze o pochopení logiky, jakým způsobem se dostaneme k implikované tržní volatilitě (odvození BSM modelu je dobře popsáno např. v Hull, 2005, nebo Witzany, 2013)

v lednu roku 1993. Původně byl měřítkem 30-denní implikované volatility počítané z at-the-money opcí na index S&P 100 (OEX). Po 10 letech se index dočkal aktualizace do své nynější podoby, kdy CBOE ve spolupráci s bankou Goldman Sachs rozšířili základ pro výpočet indexu z S&P 100 na širší S&P 500 (SPX). Změnil se také mechanismus výpočtu, volatilita se už nepočítá pouze z at-the-money opcí, ale z celého portfolia opcí s různými realizačními cenami. Velkým milníkem v historii finančních trhů bylo uvedení futures kontraktu na index VIX v roce 2004, od této chvíle lze s volatilitou standardně obchodovat na regulovaném trhu. V roce 2006 CBOE představila trhu ještě opce na index VIX. VIX se stal velmi oblíbeným barometrem nejistoty na finančním trhu a je používán nejen investory a spekulanty, ale pravidelně je citován i v různých médiích, vzniklo také mnoho obdobných benchmarku pro jiné třídy aktiv. Vzhledem k vysoké záporné korelaci indexu a akciového trhu je často nazýván jako „index strachu“⁴

1. 1. 4. Výpočet indexu VIX

Zatímco index S&P 500 je počítán z cen jednotlivých akcií zahrnutých v indexu, VIX pracuje s cenami opcí, z nichž počítá tržní očekávání budoucí volatility. Hodnota indexu VIX se z kotovaných cen opcí spočítá takto.

$$VIX = \sqrt{\frac{\frac{2}{T} * \sum_i \left[\frac{\Delta K_i}{K_i^2} * e^{RT} * Q(K_i) \right] - \frac{1}{T} * \left(\frac{F}{K_0} - 1 \right)^2}{100}}$$

kde:

VIX = hodnota indexu VIX

T = čas do splatnosti opce

F = forwardová hodnota indexu vyplývající z cen opcí

K₀ = první realizační cena opce forwardovou hodnotou indexu

K_i = realizační cena i-té out-of-the money opce, pokud je K_i>K₀, jedná se call opci, v opačném případě jde o put opci

⁴ Zdroj: <http://www.cboe.com/micro/vix/vixwhite.pdf>

ΔK_i = polovina rozdílu mezi nejbližšími realizačními cenami opce na obou stranách K:

$$\Delta K_i = \frac{K_{i+1} - K_{i-1}}{2}$$

R = bezriziková úroková míra do doby expirace

Q(K_i) = průměr mezi bid-ask spreadem pro každou opci s realizační cenou K_i

Jelikož index VIX reflektuje očekávanou 30-denní volatilitu, jsou uvažovány opce s dobou do splatnosti vyšší než 23 dní a nižší než 37 dní. Do výpočtu vstupují standardní opce se splatností každý 3. pátek v daném měsíci a „týdenní“ opce, které mají splatnost každý pátek v měsíci krom 3. pátku v měsíci⁵.

Interpretace indexu je taková, že s rostoucí hodnotou je předpokládáno vyšší kolísání indexu S&P 500 v budoucnosti a prodejci opcí žádají vyšší opční prémie. Naopak s klesající hodnotou indexu VIX je předpokládána nižší budoucí nejistota na akciovém trhu a opční prémie se budou zužovat. Korelace mezi vývojem trhu S&P 500 a indexem VIX je vysoce záporná a pohybuje se na úrovni -0,8.

1. 1. 5. Trh VIX Futures

Oproti futures kontraktům, u kterých je obchodován i jejich podkladový instrument, vůči nimž můžeme přímo vytvořit svou expozici a jejich cena je tak pevně svázána s podkladovými aktivy skrze cash and carry arbitrážní vztah (popíšeme v příští části kapitoly), se futures kontrakty na index VIX mohou významně lišit od „spotové“ hodnoty indexu VIX. (obrázek č. 1)

⁵ Například, budeme-li uvažovat, že je pondělí 6.3., vstoupí do indexu opce se splatností za 25 dní tj. v pátek 31.3. a opce se splatností za 32 dní tj. v pátek 7.4.

Obrázek 1: Hodnoty indexu S&P 500, VIX, VIX Futures kontraktu s expirací 26.4.2017. 3.5.2017 a 10.5.2017, zdroj: Chicago Board Options Exchange k datu 26.4.2017



Na obrázku č. 1 můžeme vidět hodnotu samotného, podkladového indexu VIX a hodnoty 3 futures kontraktů s maturitou 2 hodiny, 1 týden a 2 týdny. Můžeme pozorovat, že i v rámci maturity za jeden týden je rozdíl v hodnotách přes 8%, pro 2-týdenní horizont pak ještě vyšší.

Rozdíl je způsoben právě neexistencí arbitrážního vztahu mezi neobchodovatelným indexem ani žádným jeho substitutem. Ocenění VIX Futures je založeno na pouhém odhadu hodnoty indexu VIX v datu expirace futures kontraktu, kdežto samotný index VIX je kalkulován z opcí na index S&P 500 (Sinclair, 2013, str. 225). Standardně, je-li index VIX výše než VIX Futures, pak spekulanti předpokládají, že v tuto chvíli na trhu panuje vyšší nejistota, než bude v budoucnu (v datu maturity kontraktu), analogicky můžeme říct, že s nižší hodnotou VIX než VIX Futures očekávají růst volatility.

Zajímavé zjištění ve své studii z roku 2012 prezentovali Simon a Campasano. Ti v periodě 2006-2011 ukázali, že rozdíl mezi hodnotami indexu VIX a VIX Futures nemá vliv na pohyb indexu VIX, ale má signifikantní dopad na pohyb VIX Futures. Studie ukázala vysokou profitabilitu strategie, kdy spekulovali na pokles trhu VIX Futures, když se nacházel nad indexem VIX (situace contango a konvergence k hodnotě indexu VIX) a v opačné situaci spekulovali na růst (situace normal backwardation). Prediktivní síla VIX Futures budoucí volatility tak není dokonalá. Racionálně bychom v rámci efektivního trhu předpokládali, že hodnota na futures trhu je nevyčýleným očekáváním budoucí hodnoty a dosažení systematického zisku se zahrnutím transakčních nákladů není možné.

Závěrem ještě dodáme, že index VIX i futures a opční kontrakty patří pod burzu Chicago Board Options Exchange, standardní obchodní hodiny mezi 8:30 – 15:15

času na východním pobřeží USA. Velikost jednoho kontraktu odpovídá hodnotě indexu násobené 1000 v USD, minimální velikost jednoho pohybu (1 tick) je 0,05 bodu, odpovídající 50 USD. Obchodují se kontrakty s maturitou 1 týdně a 1 měsíce, pro potřeby našich dat používáme rolovaný kontrakt, ceny jsou brány vždy z kontraktu s aktuálně nejvyššími objemy obchodů.

1. 2. S&P 500 a vztah k trhu S&P 500 Futures

1. 2. 1. Index S&P 500

Akciový index Standard & Poor's 500 pokrývá výkonnost 500 největších akciových společností ve Spojených státech. Je znám mezi širokou veřejností a pokrývá přibližně 80% celkové kapitalizace amerického akciového trhu (z webových stránek společnosti Standard & Poor's k 27.4.2017). Pro zařazení do indexu je potřeba splnit několik podmínek, například standardizované výkaznictví dle amerických účetních standardů (US GAAP), dostatečný počet proběhlých obchodů s akciemi během období půl roku (kritérium likvidity) nebo třeba požadavek, že alespoň 50% kapitalizace společnosti musí být nabídnuto k veřejnému obchodování. (S&P US Indices Methodology k 27.4.2017)

Index je konstruován pomocí vážené kapitalizace jednotlivých konstituentů. Matematicky můžeme zapsat jako:

$$S\&P\ 500 = \sum_{i=1}^{500} w_i * p_i(t)$$

Kde S&P 500 je hodnota indexu (původní nastavená hodnota byla na úrovni 1 000), w_i je váha jednotlivých konstituentů a p_i je cena jednotlivých akcií v čase t . Výnos indexu je pak definován znovu jako suma vážených výnosů jednotlivých akcií (Witzany, 2013). Tento vzorec jsme obdrželi úpravou tzv. LasPeyres indexu, který počítal změnu ceny pomocí původní, startovací kapitalizace:

$$S\&P\ 500 = \frac{\sum_{i=1}^{500} p_{i;t} * q_{i;t}}{\sum_{i=1}^{500} p_{i;0} * q_{i;0}}$$

Čitatel ve zlomku představuje aktuální kapitalizaci všech společností a jmenovatel (v tomto případě jej budeme zvat anglickým výrazem *divisor*) původní tržní kapitalizaci. Stane-li se událost, která by nepřirozeným způsobem změnila hodnotu indexu, například vyřazení společnosti a zařazení nové společnosti, kontinuita je udržena právě pomocí úpravy divisoru. Úprava obecně spočívá ve vyřazení staré společnosti z divisoru v období $t-1$ a rekalkulace hodnoty indexu takovým způsobem, aby při otevření v novém dni bylo dosaženo kontinuity v cenách. Pokud by akcie otevřely v novém dni na stejné cenové hladině jako zakončily obchodování v minulém dni a během uzavření burzy by došlo k výměnám společností, pak by se hodnota indexu při otevření rovnala uzavírací hodnotě z minulého dne. Mechanismus úprav je důkladně popsán v Index Mathematics Methodology vytvořeném společností Standard & Poor's.

1. 2. 1. Přejchod k S&P 500 Futures

Obecně můžeme definovat S&P 500 Futures jako dohodu o nákupu či prodeji určitého počtu kusů všech akcií portfolia, které je definováno indexem S&P 500 Futures. Samotné vypořádání kontraktu je samozřejmě pouze finanční, fyzické vypořádání by s sebou neslo vysoké transakční náklady a bylo by velmi nepraktické. Minimální velikost jednoho pohybu je 0,1 bodu indexu S&P 500 a koeficient násobení 250, z toho vyplývá minimální dolarová hodnota jednoho ticku 25 USD. Vzhledem k relativně vysoké nominální velikosti kontraktu⁶ byl vytvořen i e-mini S&P 500 Futures, u kterého je minimální velikost pohybu o 0,25 bodu, což odpovídá velikosti 10 USD. Tento nominálně menší kontrakt se již dnes dostal do vyšší oblíbenosti u investorů a spekulantů, pozorujeme u něj vyšší objemy obchodů než u většího kontraktu. S&P 500. Na trhu jsou listovány standardně 4 kontrakty se splatností v březnu, červnu, září a prosinci.

Cenový vztah mezi indexem S&P 500 a Futures trhem je definován konceptem cost of carry. Jak popisují např. Witzany, 2013, nebo Hull, 2005, vztah se dá zapsat jako:

$$F_0 = S_0 * e^{(r - q) * (T - t)}$$

kdy, F_0 je představuje cenu futures kontraktu, S_0 je hodnota indexu S&P 500 Futures, r představuje bezrizikovou úrokovou míru, q dividendu⁷ vyplácenou indexem, T je čas

⁶ Při hodnotě indexu S&P 500 například 2000 bodů by velikost kontraktu odpovídala 500 000 USD.

⁷ Přijímáme zjednodušující předpoklad, že dividendy podléhá aktuálnímu principu a počítáme že je vyplácena kontinuálně.

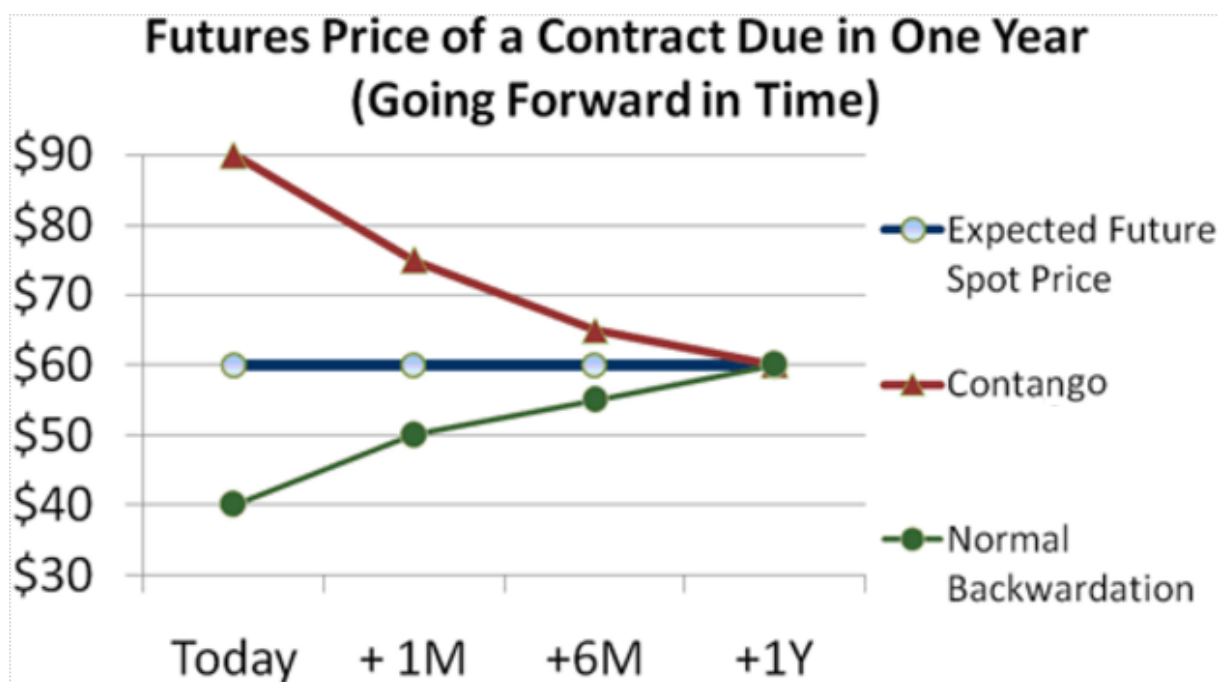
maturity kontraktu a t je aktuální čas. Pokud by se tržní cena futures významněji odchýlila od ceny definované tímto vztah, budou na ní působit arbitrážeri, kteří zaujmou protichůdnou pozici v jednotlivých tržních akciích⁸. Pro vyšší přesnost je třeba dodat, že cena se musí lišit více, než jsou transakční náklady arbitrážerů. Na základě vztahu cost of carry můžeme identifikovat, že cena futures může být výše ($r > q$) či níže ($q > r$) než aktuální spotová cena, v tom případě hovoříme o normálním, respektive obrácené struktuře futures cen. Ceny u S&P 500 Futures se v době psaní této diplomové práce pohybují níže, než je hodnota indexu S&P 500. Bezriziková úroková sazba je nižší, než dividendový výnos plynoucí z indexu.

Na trhu se však můžeme setkat i se situací, kdy futures cena neodpovídá očekávané budoucí ceně a odlišuje se od ní. Tento fakt jde zdánlivě proti logice arbitráže, která předpokládá, že je-li hodnota futures kontraktu výše, než aktuálně očekávaná tržní hodnota v budoucnu, budou tržní účastníci prodávat futures, a naopak. Nicméně očekávaná tržní cena podléhá rovněž nejistotě tržního vývoje a za to, že tržní hráči podstoupí tuto nejistotu, chtějí určitou rizikovou prémii p . Witzany, 2013, definuje vztah očekávané budoucí ceny a ceny futures kontraktu jako:

$$F_0 = E[S_T] * e^{-p(T-t)}$$

Leží-li cena futures kontraktu pod očekávanou spotovou cenou v čase T , hovoříme o situaci Normal Backwardation. Méně častá situace je, když cena futures kontraktu je výše než očekávaná tržní cena v čase T , pak se jedná o situace Contango. Contango jsme mohli pozorovat například na trhu s ropou při výprodejích v zimě 2015 i v zimě 2016. (situace můžeme pozorovat na obrázku 2.)

⁸ Ačkoliv se tento koncept může zdát teoretický, existuje na trhu mnoho účastníků, kteří vyhledávají právě tyto arbitrážní příležitosti a dosahují tímto způsobem nezanedbatelných zisků.



Definovali jsme si tedy vztahy, jakými se více, či méně řídí oba futures trhy, co determinuje jejich cenu a základní fakta obchodování s těmito instrumenty. Podívejme se ještě na třetí trh, který budeme zkoumat v praktické části této práce a to měnový trh a měnový pár EUR/USD.

1. 3. FX trh EUR/USD

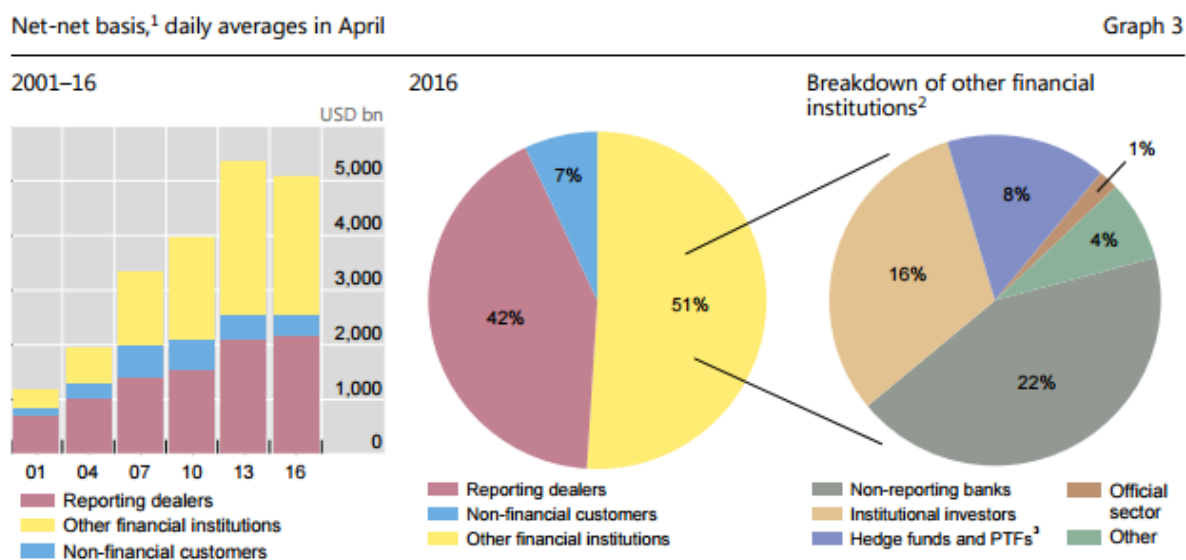
Začněme nejprve základními definicemi. Měnový kurz se standardně definuje jako cena měnové jednotky země vyjádřena v měnových jednotkách jiné země. Kotace může být přímá, která vyjadřuje počet měnových jednotek domácí země za jednotku zahraniční měny (27,000 CZK/EUR), nebo nepřímá, kdy vyjadřujeme počet jednotek zahraniční měny za domácí měnovou jednotku (0,0370 EUR/CZK). Na finančních trzích se však u hlavních obchodovaných měnových párů (tzv. majors) nesetkáme s různými zápisy, ale pořadí kotovaných měn je dáno konvencí⁹.

V dnešní době je globální forexový (foreign exchange, FX) trh největší na světě z hlediska obchodovaných objemů. Obchodování probíhá kontinuálně 24 hodin denně 5 dní v týdnu, začíná v noci (začátek asijské seance) z neděle na pondělí

⁹ Např. Euro má nejvyšší „prioritu“, v rámci všech kotací se píše na prvním místě (EUR/USD, EUR/GBP), americký dolar má druhou nejvyšší „prioritu“ (USD/CAD, USD/AUD, ale EUR/USD) a třetí nejvyšší prioritu má britská libra (GBP/MXN, GBP/NZD, ale USD/GBP)

středoevropského času a končí v pátek v 10 hodin večer SEČ (konec obchodního dne v USA). Celkové obchodované objemy se nedají úplně přesně určit, ale v dubnu 2016 se dle odhadů Bank for International Settlements (BIS) průměrný denní obrat pohyboval na úrovni 5,1 trilionu amerických dolarů. Obchodovaným měnám dominuje znovu americký dolar, který vstupuje dle odhadu BIS až do 88% veškerých obchodů. Přibližně 42% obchodů jde na vrub velkých bankovních domů působících jako market makeři v jednotlivých obchodních centrech, 51% objemu všech obchodů provedou ostatní finanční instituce, například banky nepůsobící jako market-makeři, pojišťovny, penzijní fondy, hedge fondy a proprietary trading firmy, a zbylých 7% jde na vrub nefinančním korporacím (reálné ekonomice) a vládám¹⁰. Vývoj objemů a rozdělení na sektory můžeme vidět na obrázku č. 3

Obrázek 3: Vývoj objemu a rozčlenění na jednotlivé sektory dle BIS. Zdroj: Bank for International Settlements, září 2016



¹ Adjusted for local and cross-border inter-dealer double-counting. ² For definitions of counterparties, see page 18. ³ Proprietary trading firms.

Jak poznamenává Timothy Weithers z banky UBS ve své knize Foreign Exchange: A practical guide to FX markets, 2006, to co ovlivňuje kurz v krátkém období jsou, stejně jako u ostatních obchodovaných instrumentů, nabídka a poptávka. Nejvýznamnějšími faktory působícími na nabídku a poptávku a krátkodobé pohyby měnových kurzů jsou čerstvé makroekonomické informace, politická rozhodnutí a akce centrálních bank, nicméně kurz na trhu vždy kotuje market maker dle svého rozhodnutí. Ten vychází z tržní mikrostruktury a nákupních a prodejních tlaků tak, aby se jeho odhad férového

¹⁰ Podrobnější analýzu a rozklad najdeme v dokumentu Triennial Central Bank Survey: Foreign exchange turnover in April 2016 od BIS ze září 2016.

kurzu nacházel vždy mezi jím kotovanými cenami bid a ask. Pro lepší pochopení uvedeme příklad:

Market maker kotuje pro EUR/USD bid kurz na úrovni 1,1000 a ask kurz na úrovni 1,1010 a odhaduje férovou hodnotu kurzu někde mezi těmito hodnotami. Poté vyjde negativní makroekonomická zpráva (například růst HDP nižší, než očekávali tržní účastníci) z americké ekonomiky a market maker pozoruje zvýšený tlak na ask ceně, tržní účastníci jsou ochotni aktivně nakupovat i za kurz 1,1010, ale nikdo nechce aktivně prodávat za 1,1000. Posunuje tedy svůj férový kurz a snaží se, aby byl vždy mezi jím kotovanou bid-ask cenou. Férový kurz se posunuje na takovou hladinu, při které se tržní síly znovu vyrovnávají a trh se dostává do rovnováhy (probíhá přibližně stejné množství aktivních prodejů za bid cenu a aktivních nákupů za ask cenu). Nové bid-ask rozpětí kotované market makerem se ustálí například na bid 1,1130 a ask 1,1140, odhad market makera pro férový kurz zůstává někde mezi těmito kurzy.

Uvedený příklad uvádí velmi zjednodušené chování market makera¹¹. Je však nutno poznamenat, že v dnešní době high-frequency obchodníků a market makerů se výše zmíněné děje mnohokrát v jedné vteřině.

V praktické části této diplomové práce budeme simulovat obchodování pomocí mnohostranného obchodního systému, ve kterém tvůrce tohoto systému proti nám bude působit jako market maker. Algoritmus tohoto market makera slučuje kotace od různých bank a jiných institucí přes likviditní linky do jedné likvidity a vybírá vždy nejlepší kotace, na základě kterých definuje kotace pro koncového zákazníka. Průměrná doba exekuce celého pokynu trvá v průměru 0,067 sekundy, průměrný bid-ask spread pro kurz EUR/USD uváděný market makerem je 0,00008, reálně tedy 0,0001, což je hodnota, kterou autor reálně pozoroval při skutečném obchodování skrze tohoto obchodníka¹². Pro úplnost ještě dodejme, že velikost minimálního pohybu (1 ticku, nebo v případě FX trhů se také používá termín pip) pro kurz EUR/USD je na hodnotě 0,0001 bodu a to odpovídá hodnotě 10 USD, při obchodování 1 lotu (100 000 USD). Na obrázku 4 ještě můžeme vidět graficky znázorněný proces tvorby kotací pro

¹¹ Procesy, probíhající v tržní mikrostruktuře, a market making ve své práci Market Making Trading Strategy (2016) detailně a přehledně popisuje Matěj Čamaj.

¹² Zdroj: Admiralmarkets.com

koncového klienta (MT4 a MT5 jsou klientské platformy a LP jsou *liquidity providers* – dodavatelé likvidity).

Obrázek 4: Proces tvorby kotace od market makerů na regulovaném trhu až po finální kotaci pro koncového klienta mnohostranného obchodního systému.



2. Analýza vlivu vybraných makroekonomických ukazatelů

S každým zveřejněním makroekonomických ukazatelů jsme na trhu svědky určité reakce tržních hráčů. Ti mohou informace přijmout a vyhodnotit pozitivně, negativně, případně neutrálně. Cílem této kapitoly bude prozkoumat reakce tržních účastníků napříč vybranými trhy (S&P 500 Futures, VIX Futures a měnový pár EUR/USD). Měli bychom vidět závislost tržního vývoje na reportování makrodat, rychlost přizpůsobování ceny ve zkoumaných časových periodách a zhodnotit efektivitu trhů v těchto periodách.

2.1. Metodologie

V této analýze se budeme soustředit na ekonomické ukazatele ve Spojených státech a jejich vlivu na tamní akciový trh (skrze index S&P 500 Futures), volatilitu akciového trhu (index VIX Futures) a kurz dolaru (přes vývoj měnového páru EUR/USD). Budeme využívat jednorozměrnou lineární regresi, která je standardním nástrojem pro analýzu reakce sledovaných veličin. Jednorozměrná lineární regrese předpokládá, že vysvětlovanou proměnnou Y lze modelovat jako lineární kombinaci vysvětlující proměnné X a zapíšeme ji jako:

$$y_t = \beta_0 + \beta_1 x_t + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t = y_t - \hat{y}_t$$

Kde y_t je vysvětlovanou proměnnou, x_t představuje vysvětlující proměnnou, β_0 je konstanta přímky, β_1 je sklon regresní přímky a ε_t je reziduální náhodná složka modelu, \hat{y}_t je odhadnutá hodnota y v čase t . Odhady parametrů β_0 a β_1 jsou prováděny minimalizací součtu druhých mocnin reziduí. Pro vyhodnocení statistické významnosti na určité hladině spolehlivosti jednotlivých proměnných použijeme p -hodnotu, nulová hypotéza $H_0: \beta_n = 0$, alternativní hypotéza $H_1: \beta_n \neq 0$. Obecně při p -hodnotě nižší než naše hladina spolehlivosti zamítáme H_0 a přijímáme alternativní hypotézu. Hladinu spolehlivosti volíme na standardní hodnotě 5%.

Naši vysvětlovanou proměnnou budou výnosy jednotlivých trhů v daných obdobích, vysvětlující proměnnou budou představovat zveřejněné makroekonomické ukazatele. Také ale budeme zkoumat závislost výnosů v delších periodách na výnosech

v kratších periodách trhu. U makroekonomických indikátorů nebudeme pracovat s jejich absolutní hodnotou, ani s rozdílem oproti předchozímu období, ale s odchylkou od očekávání. Můžeme totiž předpokládat, že tržní účastníci si tvoří očekávání a zpravidla obchodují na základě těchto očekávání, ty jsou tak už promítnuty v cenách tržních instrumentů před zveřejněním samotné hodnoty ukazatele. Odchylku od očekávání tedy můžeme definovat jako rozdíl skutečné hodnoty a očekávané hodnoty u zveřejněné zprávy. Obecný zápis pro nás vypadá takto:

$$S_t = Act_t - E_t$$

Kde S_t je hodnota odchylky od očekávané hodnoty (dále v textu také jako *překvapení* nebo *surprise*) v čase t , Act_t odpovídá skutečně reportované hodnotě v čase t a E_t je očekávaná hodnota v čase t .

Protože jsou námi zkoumané trhy považovány za jedny z nejlividnějších a nejefektivnějších, bude validní předpoklad, že ceny budou reagovat na nové zprávy poměrně rychle. V naší analýze budeme pracovat se třemi obdobími:

- a) Období 1 minuty – budeme analyzovat tržní pohyb okamžitě (během 1 minuty) od zveřejnění zprávy a tedy výnos bude definován jako:

$$y_{t,1} = \frac{P_{close\ before\ release}}{P_{close\ 1min\ after\ release}}$$

- b) Období 10 minut – budeme analyzovat tržní pohyb během 10 minut od zveřejnění zprávy, výnos definujeme jako:

$$y_{t,10} = \frac{P_{close\ before\ release}}{P_{close\ 10min\ after\ release}}$$

- c) Období 30 minut – budeme analyzovat tržní pohyb během 30 minut od zveřejnění zprávy, výnos definujeme jako:

$$y_{t,30} = \frac{P_{close\ before\ release}}{P_{close\ 30min\ after\ release}}$$

Na základě těchto 3 období bychom měli alespoň částečně vidět rychlost, s jakou reagují námi vybrané trhy na zveřejnění ekonomických ukazatelů, zda je reakce okamžitá nebo postupná (v rámci konkrétních období) a jestli trh nemá tendenci

význam zpráv nadhodnocovat a přestřelovat ceny (znovu v porovnání zvolených period 1, 10 a 30 minut).

Tyto analýzy provedeme na našem testovacím vzorku (dále také jako *in-sample*) a na základě výsledků zkusíme vybudovat a odhadnout model na ostrých datech (dále také *out-sample*), jehož profitabilitu a použitelnost v praxi ověříme ve 3. kapitole.

V rámci našeho výzkumu zahrneme tyto reportované zprávy¹³:

- a) data o inflaci
- b) data z amerického trhu práce
- c) maloobchodní tržby
- d) objednávky zboží dlouhodobé spotřeby
- e) index nákupních manažerů (PMI) v průmyslu
- f) index nákupních manažerů (PMI) ve službách

2. 2. Data o inflaci

Inflaci ve Spojených státech budeme měřit pomocí indexu CPI¹⁴. Budeme se zaměřovat na tzv. jádrovou inflaci, která by měla reflektovat dlouhodobý trend pohybu cenové hladiny bez vlivu vysoce volatilních položek, jejichž kolísavost mívá zpravidla přechodný dopad (často však významný) do celkové inflace. Tyto volatilní položky jsou obvykle vnějšího vlivu a monetární politika je svými aktivitami nemůže ovlivnit. Typicky se jedná o ceny potravin, jež kolísají v závislosti na úrodě a počasí, a ceny energií, které jsou závislé na cenách ropy na světových trzích.¹⁵

Inflační data jsou zveřejňována na měsíční bázi přibližně v půlce příštího měsíce, takže např. únorové CPI je zveřejněno přibližně v polovině března. V jednu chvíli je zveřejněno vždy několik zpráv týkajících se cenové hladiny. Jak bylo řečeno výše, budeme se soustředit na jádrovou inflaci vyjádřenou indexem Core CPI a abychom

¹³ Byla vybrána makrodata s největším předpokládaným dopadem. Zdroj: <http://www.investopedia.com/> a <https://www.fxstreet.com/>.

¹⁴ Consumer Price Index – index spotřebitelských cen.

¹⁵ Zdroj: <https://www.federalreserve.gov>.

dokázali postihnout meziměsíční i meziroční změnu tohoto ukazatele, zkonstruujeme si *inflační index*:

$$I_{CPI:surprise} = 0,4 * Surprise\ Core\ CPI_{m/m} + 0,6 * Surprise\ Core\ CPI_{Y/Y}$$

Kde $I_{CPI:surprise}$ představuje náš sledovaný *inflační index*, $Surprise\ Core\ CPI_{m/m}$ je hodnota překvapení v meziměsíční změně indexu *Core CPI* a $Surprise\ Core\ CPI_{Y/Y}$ je hodnota překvapení v meziroční změně indexu *Core CPI*. S kladnou hodnotou indexu můžeme předpokládat, že ceny rostou nad očekávání, spotřebitelé tedy více utráceli, ekonomika zrychluje, což by mělo mít pozitivní dopad na zisky korporátního sektoru, růst akcií a pokles indexu VIX, a naopak. Na druhou stranu bude působit efekt monetární autority, kdy s kladnou hodnotou I_{CPI} tržní účastníci často očekávají zpřísnění měnových podmínek, to je zpravidla považováno za negativní pro akciové trhy, dolar by měl na základě vidiny vyšších sazeb (vyšších zisků z dolarových dluhových instrumentů) posílit.

2. 2. 1. Inflace a trh S&P500 Futures

Po provedení výpočtů a analýze časových řad jsme zaznamenali následující výsledky:

Tabulka 1: Vliv inflace na trh S&P500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	S&P 500 futures (po reportu inflačních dat)									
	výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Surprise index inflace		Surprise index inflace		Surprise index inflace		v ýnos S&P 500 1 min po zveřejnění		v ýnos S&P 500 10 min po zveřejnění	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Konstanta	0.00002	0.53	0.0003	0.91	0	0.52	0	0.32	0	0.5728
Vysvětlující proměnná	-0.002	0.51	-0.004	0.2	0.002	0.44	0.675	0	-0.06	0.67
R-squared	0.0534		0.034		0.012		0.5		0.003	
Prob F-Statistics	0.51		0.2		0.44		0		0.67	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF test - stacionarita	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0	

Z tabulky 1 můžeme vyčíst, že index S&P 500 Futures nereaguje systematicky na změnu hodnoty surprise indexu inflace, parametry jsou statisticky nevýznamné.

Zajímavější zjištění plynou ze závislosti mezi výnosy během period. Vidíme statisticky významný odhad výnosů v období 10 min od zveřejnění založený na výnosech 1 min od zveřejnění. Hodnota parametru 0,675 nám říká, že v námi sledovaném vzorku dat trh systematicky podhodnocoval svou reakcí reportovaná data, výnos během 1 minuty

dosáhl přibližně 60% výnosu v období 10 minuty od zveřejnění. V odhadech výnosů v období mezi 10-ti až 30-ti minutami od zveřejnění v závislosti na výnosech do 10 minut po zveřejnění jsme obdrželi statisticky nevýznamný parametr s hodnotou -0,06, což pravděpodobně znamená, že trh obsáhl téměř veškerou informaci již v období do 10 minut od zveřejnění a byl v tomto období již efektivní. Model závislosti v kratších periodách vysvětluje 50% procent variability závislé proměnné¹⁶, kvalita modelu je průměrná. V žádném modelu nebyly porušeny Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky, v žádné časové řadě nebyl pozorován jednotkový kořen a můžeme tedy tvrdit, že data jsou stacionární¹⁷. Odhady probíhaly na in-sample vzorku 50 pozorování.

2. 2. 2. Inlace a trh VIX Futures

Pomocí lineární regrese jsme odhadli následující parametry jednotlivých modelů:

Tabulka 2: Vliv inflace na trh VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	VIX futures (po reportu inflačních dat)									
	Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Surprise index inflace		Surprise index inflace		Surprise index inflace		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Konstanta	0.0005	0.852	0.0004	0.71	0.004	0.25	0	0.8	0.004	0.093
Vysvětlující proměnná	0.008	0.41	0.024	0.04	-0.026	0.19	-0.15	0.38	0.34	0.16
R-squared	0.012		0.087		0.036		0.016		0.042	
Prob F-Statistics	0.41		0.04		0.19		0.38		0.16	
autokorelace	Ne		Pozorována		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF test - stacionarita	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0	

Oproti trhu S&P 500 Futures jsme obdrželi statisticky signifikantní parametr i pro závislost výnosu trhu VIX Futures na surprise indexu inflace, konkrétně u 10-ti minutových výnosů. Bohužel koeficient determinace R-squared nám říká, že bylo vysvětleno pouze 10 procent celkových pohybů a to je velmi málo. Také z korelogramu bylo zřetelně vidět, že rezidua jsou korelována a významnost modelu je nadhodnocena. V ostatních periodách jsme u závislosti vývoje VIX Futures na reportování inflačních dat pozorovali nevýznamné parametry.

¹⁶ Ukazatel R-squared

¹⁷ Což vyplývá už z podstaty dat, se kterými pracujeme. Jedná se většinou o difference (v rámci indexu inflace), nebo relativní přírůstky mezi obdobími (u řad výnosů).

Oproti trhu S&P 500 Futures jsme však neobjevili lineární závislost mezi výnosy během 10 minut od oznámení zpráv a výnosy 1 minutu od oznámení zpráv ani pro velikost pohybu trhu mezi 10. a 30. minutou od reportu na tržním pohybu do 10 minut od reportu. To indikuje, že v našem vzorku dat trh VIX Futures nevykazoval systematické momentum. Nicméně samotná hodnota parametru je vzdálena od 0 (hlavně v případech delších period) a o neefektivitě trhu nejspíše jednoznačně nerozhodneme. Gauss-Markovovy předpoklady znovu nebyly porušeny, krom druhé regrese, kde korelogram (obr. 5) hovořil zcela jednoznačně ve prospěch autokorelace. Vzhledem k nízké kvalitě samotného modelu jsme však tento problém neřešili a dále s ním pracovat nebudeme. Rozšířený Dickey-Fuller test (ADF) znovu potvrdil stacionaritu používaných dat, odhady probíhaly na in-sample vzorku 50 pozorování.

Obrázek 5: Korelogram reziduí, zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Date: 04/21/17 Time: 16:52

Sample: 1 49

Included observations: 49

Autocorrelation	Partial Correlation	AC	PAC	Q-Stat	Prob
		1 0.361	0.361	6.7854	0.009
		2 0.079	-0.059	7.1195	0.028
		3 0.170	0.186	8.6899	0.034
		4 0.148	0.029	9.8987	0.042
		5 0.206	0.174	12.299	0.031
		6 0.327	0.220	18.513	0.005
		7 0.314	0.160	24.370	0.001
		8 0.011	-0.200	24.378	0.002
		9 0.025	0.030	24.416	0.004
		10 0.029	-0.140	24.470	0.006
		11 -0.024	-0.083	24.508	0.011
		12 -0.047	-0.186	24.660	0.017
		13 -0.102	-0.175	25.378	0.021
		14 -0.091	-0.052	25.976	0.026
		15 -0.246	-0.222	30.424	0.010
		16 -0.250	-0.139	35.160	0.004
		17 -0.132	0.031	36.512	0.004
		18 -0.079	0.119	37.014	0.005
		19 -0.233	-0.085	41.539	0.002
		20 -0.156	0.203	43.628	0.002

2. 2. 3. Inflace a kurz EUR/USD

Jednotlivé regresní parametry jsou znovu shrnuty v následující tabulce:

Tabulka 3: Vliv inflace na spotový kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	EUR/USD (po reportu inflačních dat)									
	změna EURUSD 1 min po zveřejnění		změna EURUSD 10 min po zveřejnění		změna EURUSD 30 min po zveřejnění		změna EURUSD 10 min po zveřejnění		změna EURUSD 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Surprise index inflace		Surprise index inflace		Surprise index inflace		změna EURUSD 1 min po zveřejnění		změna EURUSD	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Konstanta	0	0.4	0	0.658	0	0.93	0	0.8	0	0.51
Vysvětlující proměnná	0.00039	0.33	0.000002	0.99	0.00025	0.79	-0.023	0.95	0.39	0.02
R-squared	0.016		0		0.0015		0		0.1	
Prob F-Statistics	0.33		0.99		0.79		0.95		0.02	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF test - stacionarita	Non h0		Non H0		Non h0		Non H0		Non H0	

Tabulka č. 3 nám ukazuje, že odhady parametrů surprise indexu inflace jsou statisticky nevýznamné pro všechny 3 námi sledované periody. Změna v měnovém kurzu EUR/USD se tak nedá systematicky vysvětlit kombinací hodnot surprise meziměsíční a meziroční jádrové inflace.

Stejně jako u trhu VIX Futures pozorujeme statistickou nevýznamnost parametru u vysvětlení změny kurzu 10 min po zveřejnění dat o inflaci pomocí změny kurzu během 1 minuty od zveřejnění inflačních dat, hodnota parametru je blízká 0 což svědčí pro efektivní trh. Dostali jsme ale statisticky významný vztah výnosů kurzu EUR/USD mezi 10. a 30. minutami po zveřejnění na výnosech kurzu EUR/USD 10 minutu od zveřejnění, kde již můžeme o určité tržní neefektivitě uvažovat, regresní parametr je zde 0,39 a model však vysvětluje pouze 10% variability výnosů závislé proměnné a netrefuje hodnoty dostatečně přesně. Vidíme tedy, že v našem in-sample vzorku 50 pozorování se trh jeví neefektivně v periodě mezi 10 a 30 minutami od reportu ukazatele. Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky nebyly porušeny a data jsou znovu potvrzena jako stacionární.

2. 2. 4. Zhodnocení významu inflačních dat

Jednotlivé analýzy ukázaly, že jsme v našem vzorku dat nedokázali najít systematickou závislost mezi hodnotou indexu inflace a vývojem jednotlivých trhů. To ovšem nutně neznamená, že trh na tyto zprávy nereaguje, standardní odchylka reakcí v rámci indexu VIX se pohybovala 1,01% v minutovém období až po 2,95% v období 30 min, u trhu S&P 500 Futures to bylo mezi 0,31% v období 1 minuty až k 0,64% v období 30 minut, u kurzu EUR/USD byla směrodatná odchylka výnosů 0,03% v 1

minutovém období až 0,14% v období 30 min od vydání zprávy. Dokázali jsme pouze to, že tržní hráči nereagují na jednotlivá zveřejnění informací o inflaci systematicky a jejich vyhodnocení se tedy nedá predikovat lineárním regresním modelem.

Zjistili jsme však, že mezi výnosy v jednotlivých periodách v některých případech existuje statisticky významná lineární závislost a trh tedy v těchto obdobích nemusí být efektivní. Ve třetí kapitole se pokusíme tuto informaci pokusíme ověřit na out-sample vzorku a zjistit, zda by se systematickým vstupováním do pozic dal realizovat zisk.

2. 3. Data z trhu práce

Data z trhu práce jsou ve Spojených státech zveřejňována standardně první pátek v každém měsíci (za uplynulý měsíc). Podobně jako v případě inflace je oznámeno hned několik takovýchto dat najednou. Abychom dokázali pokrýt ty nejdůležitější, zkonstruujeme si znovu index, který se bude snažit obsáhnout informaci z několika různých ukazatelů do jednoho čísla. Jako sledované indikátory budeme brát průměrný vývoj v hodinových mzdách, tvorbu, případně zánik pracovních míst v ekonomice a míru nezaměstnanosti. Tyto 3 indikátory by měly obsáhnout informaci z různých částí trhu práce a poskytnout nám pohled na podmínky na trhu práce jako celku. Jednotlivé ukazatele jsou také považovány jako nejdůležitější z perspektivy rozhodování o měnové politice¹⁸. Definujme tedy *Index trhu práce* jako:

$$I_{LM:surprise} = 0,3 * \frac{SurpriseAHE_{m/m}}{\sigma_{SurpriseAHE}} + 0,4 * \frac{SurpriseNFP}{\sigma_{SurpriseNFP}} - 0,3 * \frac{SurpriseUR_{m/m}}{\sigma_{SurpriseUR}}$$

Kde $I_{LM:surprise}$ demonstruje souhrnný index trhu práce, $SurpriseAHE_{m/m}$ je hodnota překvapení indikátorů průměrných hodinových mezd, $\sigma_{SurpriseAHE}$ představuje směrodatnou odchylku hodnot surprise průměrných hodinových mezd ve sledovaném období, $SurpriseNFP$ je měsíční tvorba nových pracovních v americké ekonomice $\sigma_{SurpriseNFP}$ je směrodatná odchylka počtu nových prac. míst ve sledovaném období, $SurpriseUR_{m/m}$ je meziměsíční hodnota překvapení ve změně nezaměstnanosti a $\sigma_{SurpriseUR}$ představuje směrodatnou odchylku změny nezaměstnanosti v námi sledovaném období. Jelikož jsou data v různých formátech¹⁹, museli jsme je

¹⁸ Zdroj: Federal Reserve Bank of San Francisco (2013)

¹⁹ Nezaměstnanost a průměrné hodinové mzdy jsou reportovány v relativních číslech, kdežto data o tvorbě, či úbytku pracovních míst v absolutních číslech.

normalizovat. To jsme provedli vydělením hodnot jejich směrodatnou odchylkou vypočítanou ze vzorku dat.

Růst nominálních mezd nad očekávání by měl být primárně považován jako pozitivní zpráva pro ceny akcií, stejně jako přírůstek nových pracovních míst, tyto efekty budou zprostředkovaně působit na vyšší poptávku spotřebitelů a vyšší korporátní zisky, negativně bude vnímán vyšší než očekávaný růst nezaměstnanosti, a naopak. Na opačnou stranu bude působit měnová politika Fedu, kdy s kladnou hodnotou indexu trhu práce se bude spíše očekávat utažení měnových podmínek.

2. 3. 1. Trh práce a S&P 500 Futures

Lineární regresí jsme odhadli parametry modelů, které jsou shrnuty v následující tabulce 4.:

Tabulka 4: Vliv trhu práce na S&P 500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.

		S&P 500 futures (data z trhu práce)									
Vysvětlovaná proměnná	výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	
Vysvětlující proměnná	Surprise index trhu práce		Surprise index trhu práce		Surprise index trhu práce		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		
Intercept	0.0002	0.72	0.0002	0.7211	0.0006	0.45	0.0001	0.706	-0.0001	0.22	
Vysvětlující proměnná	0.001	0.24	-0.0003	0.683	-0.0007	0.45	0.54	0	-0.006	0.96	
R-squared	0.029		0.0035		0.012		0.36		0		
Prob F-Statistics	0.24		0.683		0.45		0		0.96		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Ve shrnující tabulce vidíme, že odhady parametrů surprise indexu trhu práce na výnosy trhu S&P 500 Futures v periodách 1 minutu, 10 minut a 30 minut od reportování zpráv jsou jednoznačně statisticky nevýznamné a modely nedokáží najít závislost mezi tržní reakcí a hodnotou indexu trhu práce, trh tedy znovu není ve vyhodnocování dat systematický.

Zajímavější je znovu situace mezi výnosy v jednotlivých obdobích. U prvního modelu nám statisticky významná hodnota parametru 0,54 naznačuje, že trh v první minutě obsáhne pouze 67% celkového pohybu a podstřeluje výnosy po 10 minutách od oznámení, hodnota ukazatele R-squared na úrovni 0,36 nám říká o relativně nízké predikční schopnosti modelu, který nedokáže trefovat hodnoty dostatečně přesně, to

by mohlo značit poměrně vysokou volatilitu zisku a ztráty na 1 obchod, což zjistíme ve 3 kapitole. U druhého modelu vidíme statisticky nevýznamný parametr na úrovni blízké 0, trh tedy po 10 minutách v sobě již obsahoval téměř veškerý pohyb pozorovaný mezi 10. a 30. minutou, můžeme tedy předpokládat, že v periodě 10 minut od zveřejnění dat z trhu práce byl již efektivní. Vysvětlená variabilita je takřka nulová.

Trh tedy vypadá neefektivně v první minutě od oznámení zprávy, ale po 10 minutách již do sebe dokáže absorbovat informaci a odrazit ji v ceně. Odhad proběhl na in-sample vzorku 50 pozorování, v žádném případě nebyly porušeny Gauss-Markovovy předpoklady o kvalitě reziduí a v žádné proměnné nebyl pozorován jednotkový kořen (ADF test), data můžeme považovat za stacionární.

2. 3. 2. Trh práce a VIX Futures

Odhadnuté parametry jednotlivých modelů můžeme vidět v tabulce 5.:

Tabulka 5: Vliv trhu práce na VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.

		VIX futures (data z trhu práce)									
Vysvětlovaná proměnná	Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění		
	Surprise index trhu práce		Surprise index trhu práce		Surprise index trhu práce		Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		
Vysvětlující proměnná	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	
Intercept	0.0015	0.47	-0.07	0.0016	-0.003	0.4473	-0.007	0.0016	0.005	0.3337	
Vysvětlující proměnná	-0.0015	0.65	0.007	0.063	0.0065	0.34	-0.2	0.22	0.19	0.48	
R-squared	0.004		0.145		0.085		0.032		0.01		
Prob F-Statistics	0.65		0.063		0.34		0.22		0.48		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Stejně jako u předchozího trhu vidíme statisticky nevýznamné parametry na hladině spolehlivosti 5%, nicméně nevýznamnost se dá s trochou nadsázky považovat jako hraniční u modelu, kdy vysvětlujeme výnosy trhu VIX Futures pozorované po 10 minutách od vydání dat z trhu práce. Hodnota parametrů nám říká, že s kladnou jednotkou surprise indexu trhu práce se hodnota VIX Futures zvýší o 0,7%. To by se dalo vysvětlit tak, že trhy jsou citlivé spíše na hypotetickou reakci centrální banky a s dobrými podmínkami v ekonomice přichází nejistota ohledně budoucího nastavení měnové politiky. Nicméně vysvětlená variabilita výnosů je velmi nízká a index nedokáže dostatečně přesně predikovat velikost pohybu, v kombinaci s mírným

překročením hranice signifikance to znamená, že s těmito zjištění dále nebudeme pracovat.

Při vysvětlování výnosů v kratších periodách výnosy v delších periodách pozorujeme v obou případech nesignifikanční parametry. U závislosti výnosů v období 10 minut od oznámení zprávy na výnosech 1 minutu od oznámení je parametr -0,2, což by teoreticky naznačovalo, že trh přestřeluje výnosy v periodě 1 minuty a následně koriguje svůj pohyb, v delší periodě pozorujeme opačný pohyb, nedokážeme tedy rozhodnout o tržní neefektivitě.

Odhady parametrů byly provedeny na in-sample vzorku 50 pozorování, Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky nebyly narušeny ani u jedné regrese a ADF test potvrdil stacionaritu vysvětlujících proměnných, respektive nepřítomnost jednotkového kořene.

2. 3. 3. Trh práce a kurz EUR/USD

Odhady parametrů jednotlivých regresí vidíme v tabulce 6.:

Tabulka 6: Vliv trhu práce na kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.

		EUR/USD (data z trhu práce)									
Vysvětlovaná proměnná	výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		
	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	index trhu práce	
Vysvětlující proměnná	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	
Intercept	-0.0009	0.21	-0.0001	0.17	-0.0004	0.004	-0.0002	0.0433	-0.0002	0.0057	
Vysvětlující proměnná	-0.0003	0.78	0.00016	0.39	-0.00025	0.075	-0.58	0.009	-0.08	0.41	
R-squared	0.0015		0.016		0.066		0.135		0.014		
Prob F-Statistics	0.78		0.39		0.075		0.009		0.41		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non h0		Non H0		Non h0		Non H0		Non H0		

Z tabulky plyne, že hodnota indexu trhu práce nemá statisticky významný dopad do vývoje kurzu EUR/USD ani v jedné ze 3 sledovaných výnosových period. U závislosti výnosů v delších obdobích na výnosech v kratších časových intervalech vidíme v prvním případě statisticky významný parametr.

U regrese, kdy vysvětlujeme 10-ti minutový vývoj kurzu EUR/USD pohybem kurzu v rámci 1 minuty, vidíme hodnotu parametru -0,58, a tedy trh v průměru v první minutě netrefil velikost pohybu, kterou vysoce přestřeloval a předpokládáme tedy neefektivitu

v době 1 minuty od oznámení zprávy. Nicméně model vysvětluje jen velmi malou část celkové variability výnosů během 10 minut od reportu. V případě závislosti výnosů pozorovaných 30 min od zveřejnění informací o kondici trhu práce na výnosech 10 minut od zveřejnění informací pozorujeme statisticky nevýznamný parametr, který je navíc blízky 0 a považujeme tedy trh v této periodě již za efektivní.

Testován byl znovu in-sample vzorek 50 pozorování, Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky byly splněny a vysvětlující proměnné neobsahovaly dle ADF testu jednotkový kořen a data můžeme považovat za stacionární.

2. 3. 4. Zhodnocení dopadu dat z trhu práce

Z analyzovaných dat jsme nedokázali zjistit statistickou závislost mezi indexem trhu práce a výnosy jednotlivých aktiv v námi sledovaných periodách. Identifikovali jsme však u trhu VIX Futures jeden model, u kterého byla hladina spolehlivosti 5% překročena jen velmi mírně, jejich odhady hovoří o tom, že jsou-li reportovány ukazatele, jejichž syntetická hodnota odpovídá hodnotě 1 indexu trhu práce, pak VIX Futures vzroste v průměru o 0,7% v 10-ti minutovém období. V modelech však zůstává drtivá většina variability pohybu VIX Futures nevysvětlena. Mezi zbývajícimi výnosy a indexem trhu práce neexistuje lineární závislost, což ovšem znovu neznamena, že na ně trh nereaguje. Směrodatná odchylka pohybů trhu S&P 500 Futures se pohybovala mezi 0,44% pro nejkratší období, 0,75% pro období 10 minut a 0,38% pro období 30 minut, pro trh VIX Futures to pak bylo od 0,83% pro období 1 minuty až po 2,44% po období 30 minut a pro kurz EUR/USD 0,03% pro období 1 minuty až po 0,09% po období 30 minut.

Zaznamenali jsme však několikrát signifikantní závislost mezi jednotlivými výnosy, kdy byly hodnoty parametrů vzdálené od hodnoty 0. Testování případné ziskovosti na in-sample vzorku se budeme věnovat ve 3. kapitole.

2. 4. Data o maloobchodních tržbách

Maloobchodní tržby (retail sales) jsou dalším klíčovým indikátorem kondice americké ekonomiky. Protože více než dvě třetiny hrubého domácího produktu USA tvoří spotřeba domácností, je tento ukazatel velmi dobrým vodítkem pro vývoj celé ekonomiky. S kladnou hodnotou překvapení u maloobchodních tržeb můžeme předpokládat vyšší než očekávanou chuť spotřebitelů utrácet, to se pozitivně promítne

do korporátních zisků a ceny akcií, index VIX a potažmo trh VIX Futures by měl v návaznosti na to oslabit. Alternativně proti tomuto efektu může působit očekávání akce centrální banky, kdy investoři mohou uvažovat, že centrální banka může ekonomiku tlumit zpřísněním měnové politiky. Pro negativní hodnotu surprise by platila přesně opačná analogie. Data o maloobchodních tržbách bývají zveřejňována vždy přibližně v polovině následujícího měsíce. Jak již bylo řečeno, proměnná, se kterou budeme pracovat, je hodnota surprise v meziměsíční změně maloobchodních tržeb, jež vypočítáme jako:

$$SurpriseRS_{m/m} = Actual RS_{m/m} - Expected RS_{m/m}$$

$SurpriseRS_{m/m}$ představuje hodnotu překvapení v meziměsíčním vývoji maloobchodních tržeb, $Actual RS_{m/m}$ je skutečně reportovaná hodnota maloobchodních tržeb a $Expected RS_{m/m}$ je předpokládaná hodnota maloobchodních tržeb.

2. 4. 1. Maloobchodní tržby a trh S&P 500 Futures

Jednotlivé regrese můžeme vidět shrnuty v tabulce 7.

Tabulka 7: Vliv maloobchodních tržeb na výnos S&P 500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.

		S&P 500 futures (data o maloobchodních tržbách)									
Vysvětlovaná proměnná	výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		
	Rtail Sales surprise		Rtail Sales surprise		Rtail Sales surprise		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		
Vysvětlující proměnná	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	
Intercept	0.00003	0.42	-0.0004	0.3	-0.00006	0.268	-0.0006	0.036	-0.0002	0.45	
Vysvětlující proměnná	0.00005	0.45	0.0001	0.125	-0.0006	0.23	0.64	0	0.035	0.78	
R-squared	0.01		0.05		0.03		0.54		0.0016		
Prob F-Statistics	0.45		0.125		0.23		0		0.78		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Můžeme pozorovat poměrně jednoznačné zamítnutí významnosti parametrů u vlivu proměnné surprise maloobchodních tržeb na výnosy trhu S&P 500 Futures ve všech sledovaných periodách.

V případě závislosti výnosu trhu S&P 500 Futures pozorovaného 10 minut po oznámení na výnosu 1 minut od oznámení a výnosu dosaženého 30 minut od oznámení na výnosu 10 minut od oznámení informace vidíme velmi podobnou situaci

jako po reportování dat o inflaci a z trhu práce. U prvního z nich jsme obdrželi statisticky významný parametr 0,64, což znamená, že trh v první minutě nedokáže reportovanou informaci vstřebat do ceny dostatečně rychle a podstřeluje výnos přibližně o 39%²⁰ oproti období 10 minut od oznámení zprávy. Trh tedy v periodě 1 minuty od oznámení hodnoty byl systematicky neefektivní. V druhém modelu vidíme statisticky nevýznamný parametr s hodnotou blízko 0 a tržní neefektivitu zde nepozorujeme. Koeficient determinace R-squared v případě modelu závislosti 10-ti minutových výnosů na minutových výnosech má hodnotu 0,54 a vysvětluje tak více než polovinu variability závislé proměnné.

V žádné z proměnných nebyl pozorován jednotkový kořen, data tedy považujeme za stacionární, nebyly také porušeny Gauss-Markovovy předpoklady reziduální složky. Testování proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování.

2. 4. 2. Maloobchodní tržby a trh VIX Futures

Výstupy jednotlivých regresí jsou znovu sumarizovány v tabulce č. 8.

Tabulka 8: Vliv maloobchodních tržeb na výnos VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.

Vysvětlovaná proměnná	VIX futures (data o maloobchodních tržbách)									
	Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Retail Sales surprise		Retail Sales surprise		Retail Sales surprise		Retail Sales surprise		Retail Sales surprise	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	-0.00002	0.8	0.000563	0.8	0.004	0.33	0	0.7	0.003	0.1909
Vysvětlující proměnná	0.0018	0.3	0.002	0.49	0.003	0.451	0.14	0.6	0.44	0.013
R-squared	0.022		0.01		0.012		0.006		0.124	
Prob F-Statistics	0.3		0.49		0.451		0.6		0.013	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0	

Obdobně jako u trhu S&P 500 Futures můžeme jednoznačně potvrdit statistickou nevýznamnost parametrů u vlivu proměnné retail sales surprise na výnosy VIX Futures 1 minutu, 10 minut i 30 minut od reportování skutečné hodnoty.

Oproti trhu S&P 500 Futures jsme obdrželi statisticky významný parametr u modelování závislosti delších výnosů na kratších výnosech až ve 2. modelu, dá se tedy předpokládat, že trh VIX Futures se přizpůsoboval svou cenou pomaleji, než trh

²⁰ $1 - 1 / (1 + 0,64)$ se přibližně rovná 0,39

S&P 500 Futures. Parametr vychází na úrovni 0,44, trh tedy podhodnocoval výnosy v prvních 10 minutách a byl tak mírně neefektivní, ukazatel R-squared nám však říká, že jsme vysvětlili velmi nízkou část celkové variability výnosů v periodě mezi 10-ti a 30ti minutami od zveřejnění ukazatele maloobchodních tržeb (12,5%). U kratších jsme systematickou závislost nepozorovali.

Testování znovu proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování. Nebyly porušeny Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky, rovněž nebyla zjištěna přítomnost jednotkové kořene a tedy proměnné můžeme považovat za stacionární.

2. 4. 3. Maloobchodní tržby a kurz EUR/USD

V tabulce č. 9 můžeme pozorovat vyhodnocení jednotlivých modelů.

Tabulka 9: Vliv maloobchodních tržeb na kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

		EUR/USD (data o maloobchodních tržbách)									
Vysvětlovaná proměnná	výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		
	Retail Sales surprise		Retail Sales surprise		Retail Sales surprise		výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		
Vysvětlující proměnná	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	
	Intercept	0.0002	0.59	-0.00008	0.24	-0.0001	0.26	-0.00009	0.2	0	0.695
Vysvětlující proměnná	0.0005	0.37	-0.0001	0.17	0.0002	0.23	-0.33	0.22	0.09	0.71	
R-squared	0.017		0.038		0.03		0.031		0.003		
Prob F-Statistics	0.37		0.17		0.23		0.22		0.71		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Znovu vidíme podobný obrázek, jako u předchozích trhů. Odhadnuté koeficienty u vysvětlující proměnné retail sales surprise byly statistické nesignifikantní pro všechny 3 definované časové periody od zveřejnění hodnot.

Statisticky nevýznamné jsou také oba modely, kdy vysvětlujeme pohyb kurzu v delší periodě pohybem kurzu v kratší periodě. U modelu, kde vysvětlovanou proměnnou představují výnosy 10 minut po reportování maloobchodních tržeb a vysvětlující proměnnou výnos 1 minutu po reportu, však pozorujeme parametr, který se významně liší od 0 a naznačuje, že by trh mohl reagovat v první minutě přehnaně, vzhledem k minimální vysvětlené variabilitě a statistické nevýznamnosti o tržní neefektivitě rozhodnout nemůžeme.

Testování proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování, ADF test potvrdil nepřítomnost jednotkového kořene a také byly splněny Gauss-Markovovy předpoklady reziduální složky.

2. 4. 4. Zhodnocení vlivu maloobchodních tržeb

Ani v jednom případě jsme nezjistili z analyzovaných dat statisticky významnou lineární závislost mezi výnosy na jednotlivých trzích a hodnotou surprise u indikátoru maloobchodních tržeb. Směrodatná odchylka výnosů trhu S&P 500 Futures se pohybovala mezi 0,34% v nejkratším období po 0,64% v nejdelším období, směrodatná odchylka výnosů VIX Futures byla mezi 0,85% v minutové periodě a 3,07 % v 30 minutové periodě, u kurzu EUR/USD byla stejně jako u ostatních indikátorů pozorována nejnižší směrodatná odchylka, 0,03% v minutovém období až 0,10% v období 30 minut po zveřejnění zprávy.

Znovu jsme objevili statisticky významnou závislost mezi některými výnosy v jednotlivých obdobích, které otestujeme na ziskovost v out-sample období ve 3. kapitole.

2. 5. Data o objednávkách zboží dlouhodobé spotřeby

Objednávky zboží dlouhodobé spotřeby (dále v textu budeme používat název durables, který je běžným na finančních trzích) jsou zveřejňovány měsíčně obvykle na konci příštího měsíce (např. objednávky za únor jsou zveřejňovány na konci března). V reportu durables jsou zahrnuty objednávky výrobních strojů, dopravních prostředků, turbín a ostatních průmyslových zařízení²¹. Můžeme je tedy chápat jako indikátor investiční činnosti a předstihový ukazatel ekonomické aktivity v průmyslu. Rostoucí objednávky durables signalizují důvěru ve vývoj ekonomiky a můžeme očekávat vyšší aktivitu výrobního průmyslu v budoucnu. Vytíženost sektoru průmyslu by měla růst, což bude podporovat tvorbu nových pracovních míst a s rostoucí zaměstnaností také tlaky na růst mezd. S relativním úbytkem budeme očekávat situaci opačnou.

U reportu durables budeme rovněž sledovat hodnotu surprise v meziměsíčních očekávaných změnách a její vliv na výnosy námi vybraných trhů v periodách 1, 10 a 30 minut od zveřejnění zprávy. Hodnotu surprise u durables zapíšeme jako:

²¹ Zdroj: <https://www.census.gov/>

$$SurpriseDur_{m/m} = ActualDur_{m/m} - ExpectedDur_{m/m}$$

$SurpriseDur_{m/m}$ je hodnota překvapení v meziměsíčním vývoji durables, $ActualDur_{m/m}$ je skutečně reportovaná hodnota durables a $ExpectedDur_{m/m}$ představuje očekávanou hodnotu durables analytiky.

2. 5. 1. Durables a trh S&P 500 Futures

Odhadnuté hodnoty parametrů můžeme vidět v tabulce 10.

Tabulka 10: Vliv durables na výnos S&P 500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

		S&P 500 futures (durables data)									
Vysvětlovaná proměnná		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná		Surprise durables		Surprise durables		Surprise durables		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění	
		Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept		0.0005	0.3171	0.0007	0.4	0.0004	0.31	0	0.55	0.0007	0.67
Vysvětlující proměnná		-0.004	0.8316	-0.0002	0.9	0.0002	0.9	0.42	0	0.28	0.065
R-squared		0.0009		0.0005		0.0003		0.36		0.07	
Prob F-Statistics		0.8316		0.9		0.9		0		0.065	
autokorelace		Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita		Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita		Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non h0	

Tak jako u většiny ostatních ukazatelů a trhů nepozorujeme statisticky významný parametr u vysvětlující proměnné Surprise durables ani v jednom ze tří zkoumaných období. Vidíme, že modely jsou absolutně nepoužitelné.

Situace je opět zajímavější při zkoumání s jakou rychlostí se trh dokázal nové informaci přizpůsobit a jak ji dokázal zakomponovat do ceny. U modelu, kde byla vysvětlující proměnná výnos pozorovaný 1 minutu po reportu a závislá proměnná výnos 10 minut od vydání zprávy, jsme obdrželi statisticky významný parametr o hodnotě přibližně 0,42. Z toho můžeme usuzovat, že trh během 1 minuty nedokázal vyhodnotit informaci a byl v tomto období neefektivní. Vysvětlená variabilita výnosů v období 10 minut je poměrně nízká, 36%. Na hladině spolehlivosti 95% nemůžeme přijmout hypotézu o nenulové hodnotě parametru u pohybu pozorovaného mezi 10-ti a 30-ti minutami od zveřejnění reportu durables v závislosti na pohybu pozorovaném během prvních 10 minut od reportu. Nicméně nesignifikance se dá znovu považovat jako hraniční a v kombinaci s hodnotou parametru dostatečně různou od nuly nemůžeme jasně rozhodnout o tržní efektivitě.

Testování proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování. ADF-test potvrdil nepřítomnost jednotkového kořene v proměnných a také nebyly narušeny Gauss-Markovovy požadavky na kvalitu reziduí.

2. 5. 2. Durables a trh VIX Futures

Pomocí lineární regrese jsme znovu odhadli následující hodnoty (tabulka 11):

Tabulka 11: Vliv durables na výnos VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	VIX futures (durables data)									
	Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Surprise durables		Surprise durables		Surprise durables		Výnos VIX Fut 1 min po zveřejnění		Výnos VIX Fut 10 min po zveřejnění	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	-0.00091	0.76	-0.002	0.2	0.002	0.4955	-0.002	0.227	0.0001	0.6
Vysvětlující proměnná	0.053	0.1681	-0.015	0.84	-0.0004	0.678	0.25	0.39	0.35	0.04
R-squared	0.04		0.0008		0.004		0.016		0.09	
Prob F-Statistics	0.1681		0.84		0.678		0.39		0.04	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	Ne		Ne		NE		Ne		Ne	
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test	Non h0		Non H0		Non H0		Non H0		Non h0	

U měření závislosti výnosů na hodnotu surprise opět nepozorujeme statisticky významné hodnoty ani pro jedno sledované období. Závěry plynoucí z těchto modelů jsou opět nepoužitelné.

Oproti trhu S&P 500 Futures vidíme statisticky významný parametr až pro model, který vysvětluje závislost výnosů dosaženého mezi 10. a 30. minutou od reportu ukazatele na výnosech dosažených do 10 minut od zveřejnění durables. U tohoto modelu jsme obdrželi parametr o velikosti 0,35, což znamená, že trh ani po 10 minutách neobsáhl veškerou informaci a systematicky podhodnocoval cenu. Koeficient determinace R-squared má hodnotu přibližně 0,09 a model tak zdaleka nedokáže vysvětlit uspokojivou část celkového pohybu vysvětlované proměnné. V případě prvního modelu jsme obdrželi statisticky nevýznamný parametr, který je však dostatečně vzdálen od 0 a o tržní efektivitě tak nemůžeme jednoznačně rozhodnout.

Výzkum proběhl na in-sample vzorku 50 pozorování, Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky a jednotkový kořen nebyl pozorován v žádné proměnné, data můžeme považovat za stacionární.

2. 5. 3. Durables a kurz EUR/USD

Výstup z jednotlivých modelů jsou shrnuty v tabulce 12:

Tabulka 12: Vliv durables na kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	EUR/USD (durables data)									
	výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Surprise durables		Surprise durables		Surprise durables		delta EURUSD 1 min after		delta EURUSD 10 min after	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	0.000192	0.62	0.0001	0.84	-0.0002	0.1	0	0.96	-0.0002	0.07
Vysvětlující proměnná	-0.0017	0.26	-0.0001	0.71	0.0003	0.57	-0.66	0.05	-0.38	0.054
R-squared	0.0263		0.003		0.007		0.08		0.076	
Prob F-Statistics	0.26		0.71		0.57		0.05		0.054	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test	Non h0		Non h0		Non h0		Non h0		Non h0	

Ani u této analýzy nepozorujeme statisticky významné hodnoty pro vliv proměnné Surprise durables na výnosy v jednotlivých námi sledovaných obdobích. Pro změny kurzu v delších obdobích v závislosti na kratších obdobích vidíme v obou případech hraniční hodnoty, v závislosti kratších období nulovou hypotézu těsně zamítáme, v delších obdobích ji těsně nezamítáme. Vidíme, že trh po 1 minutě od reportování zprávy systematicky podstřeloval výnosnost dosaženou po 10 minutách a v kratším sledovaném období tak nebyl efektivní. Podobná zjištění by plynuly i z druhého modelu za předpokladu, že bychom zamítli nulovou hypotézu a přijali hodnotu parametru. Nicméně vysvětlená variabilita je velmi nízká (v obou případech přibližně 8%). Pro potřeby třetí kapitoly zkusíme namodelovat výnos mezi 1. a 30. minutou od reportování zprávy na výnosech 1 minutu od zveřejnění dat durables. Zjistíme-li signifikanci, budeme pracovat s touto strategií.

Do testování byl zahrnut in-sample vzorek 50 pozorování, data byla potvrzena jako stacionární a Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky nebyly porušeny.

2. 5. 4. Zhodnocení vlivu durables

Znovu jsme nezjistili lineární závislost mezi pozorovanou hodnotou suprise a pohyby na jednotlivých trzích v námi sledovaných obdobích. Směrodatná odchylka výnosů trhu S&P 500 Futures byla 0,37% v období 1 minuty, 0,56% v období 10 minut a 0,68% v období 30 minut, pro trh VIX Futures 0,68% v období 1 minuty, 1,57% v období 10

minut a 2,53% v období 30 minut, pro kurz EUR/USD se pohybovala na úrovni 0,03% pro období 1 minuty, 0,06% pro období 10 minut a 0,09% pro období 30 minut.

Statistickou významnost mezi výnosy v jednotlivých periodách a případný zisk budeme testovat v out-sample vzorku ve 3. kapitole.

2. 6. Data o PMI v průmyslu

Na rozdíl od ostatních indikátorů zahrnutých v této práci, které udávají reálná, „tvrdá“, statistická data, jsou indexy nákupních manažerů (purchasing managers' index, PMI) takzvaným soft indikátorem, který by měl reflektovat aktuální sentiment, jež panuje v daných sektorech. PMI v průmyslu je konstruováno z odpovědí vybraných nákupních manažerů společností na otázky ohledně následujících 5 odvětví:

- a) velikost produkce (25% z celkové hodnoty)
- b) nové objednávky (30%)
- c) rychlost dodavatelů (15%)
- d) zásoby (10%)
- e) zaměstnanost (20%)

Na tyto otázky odpovídají jednotliví oslovení manažeři ve formě lepší, stejné nebo horší než v minulém měsíci, odpovědi mají tedy kategoriální formu. Výsledná hodnota indexu se potom stanoví jako následující poměr²²:

$$PMI_M = \frac{\sum \text{lepší} + \sum \frac{\text{stejné}}{2}}{\sum \text{horší} + \sum \frac{\text{stejné}}{2}} * 100$$

Neutrální hodnota indexu je 50. Hodnota vyšší než 50 obecně naznačuje, že je sektor ve stavu expanze, nižší hodnota by značila opak. Budeme znovu sledovat hodnotu surprise, rozdíl mezi skutečnou a analytiky očekávanou hodnotou indexu PMI. Formální matematický zápis je následující.

$$SurprisePMI_M = ActualPMI_M - ExpectedPMI_M$$

²² Zdroj: <http://www.investopedia.com/>

Kde $SurprisePMI_M$ je hodnota překvapení indexu nákupních manažerů v průmyslu, $ActualPMI_M$ představuje skutečně reportovaná hodnota indexu nákupních manažerů v průmyslu a $ExpectedPMI_M$ je analyticky očekávaná hodnota indexu nákupních manažerů v průmyslu.

Hlavní výhodou tohoto indikátoru a to, co zvyšuje jeho význam, je, že vychází první obchodní den v následujícím měsíci (únorové PMI v průmyslu vychází vždy první obchodní den v březnu). PMI je tedy první vlašťovka naznačující, v jaké kondici byla ekonomika, respektive sektor průmyslu, v minulém měsíci a jak se pravděpodobně budou vyvíjet i ostatní makroekonomické indikátory. Proto je většinou pozorně sledován tržními hráči.

2. 6. 1. PMI v průmyslu a trh S&P 500 Futures

Jednotlivé regresní parametry můžeme pozorovat v následující tabulce 13:

Tabulka 13: Vliv PMI v průmyslu na trh S&P 500 Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní

		S&P 500 futures (data po PMI v průmyslu)									
Vysvětlovaná proměnná	výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	
Vysvětlující proměnná	PMI manufact surp		PMI manufact surp		PMI manufact surp		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		
Intercept	-0.0002	0.0002	-0.0016	0.144	-0.0007	0.2	-0.00054	0.65	-0.00079	0.2	
Vysvětlující proměnná	0	0.48	-0.0002	0.67	0.00035	0.6	5.51	0.07	-1.04	0	
R-squared	0.01		0.003		0.006		0.068		0.78		
Prob F-Statistics	0.48		0.67		0.6		0.07		0		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Stejně jako u ostatních analýz ani zde nepozorujeme statisticky významné hodnoty pro vliv hodnoty překvapení u indikátoru PMI ve službách na výnosy v jednotlivých námi sledovaných obdobích.

Zajímavé zjištění jsme objevili u závislosti výnosů pozorovaných mezi 10. a 30. minutou na výnosech obdržených po prvních 10-ti minutách od zveřejnění informací. Signifikanční hodnota -1,04 nám udává, že trh se v delším období vrací zpět na svou úroveň pozorovanou před reportováním čísel PMI-manufacturing a vliv tohoto indikátoru na cenu je tak pouze přechodný. Model vysvětluje 78% celkové variability a

je tedy velmi kvalitní, pokud se potvrdí pozorovaná neefektivita i v out-sample období, od tohoto modelu si budeme slibovat jedny z nejlepších výsledků.

Výzkum proběhl na in-sample vzorku 50 pozorování, Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky nebyly porušeny a byla také potvrzena stacionarita použitých dat.

2. 6. 2. PMI v průmyslu a VIX Futures

Odhadnuté regresní parametry jsou sumarizovány v tabulce 14:

Tabulka 14: Vliv PMI v průmyslu na trh VIX Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	VIX futures (data po PMI v průmyslu)									
	Výnos VIX 1 after		Výnos VIX 10 after		Výnos VIX 30 after		Výnos VIX 10 after		Výnos VIX 30 after	
Vysvětlující proměnná	PMI manufact surp		PMI manufact surp		PMI manufact surp		Výnos VIX 1 after		Výnos VIX 10 after	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	0.00015	0.64	0.00079	0.3	-0.001	0.411	0	0.4197	-0.0016	0.2786
Vysvětlující proměnná	0.00018	0.29	-0.0002	0.55	0.0013	0.09	0.3	0.39	0.02	0.8
R-squared	0.024		0.007		0.06		0.016		0.0014	
Prob F-Statistics	0.2885		0.55		0.09		0.39		0.8	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0	

Stejně jako u předchozího trhu nepozorujeme statisticky významnou lineární závislost mezi výnosy trhu VIX Futures a hodnotou surprise PMI v průmyslu. Modely jsou tedy v praxi nepoužitelné.

Na rozdíl od trhu S&P 500 Futures však nepozorujeme signifikantní parametr ani u jednoho z modelů vysvětlujících závislost výnosů v jednotlivých periodách. V prvním případě je parametr 0,3, nemůžeme tedy s jistotou potvrdit tržní efektivitu, v druhém případě je velmi blízký 0 a dá se tak předpokládat, že trh byl v období po 10 minutách již efektivní.

Ve všech modelech byly splněny Gauss-Markovovy požadavky náhodné složky a data byla potvrzena jako stacionární. Výzkum proběhl na in-sample vzorku 50 pozorování.

2. 6. 3. PMI v průmyslu a kurz EUR/USD

Jednotlivé modely můžeme pozorovat v tabulce 15:

Tabulka 15: Vliv PMI v průmyslu kurz EUR/USD. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	EUR/USD (data po PMI v průmyslu)									
	výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	PMI manufact surp		PMI manufact surp		PMI manufact surp		výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	0	0.96	0.00004	0.69	0.0002	0.1	0	0.89	0.00023	0.09
Vysvětlující proměnná	-0.00002	0.397	-0.00006	0.24	-0.00002	0.75	0.35	0.25	0.03	0.9
R-squared	0.015		0.029		0.002		0.028		0.0004	
Prob F-Statistics	0.397		0.24		0.75		0.25		0.9	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test	Non h0		Non H0		Non h0		Non H0		Non H0	

V tabulce 15 vidíme velmi obdobnou situaci, jako v předchozí subkapitole u trhu VIX Futures. Ve všech případech jsme zde neobjevili signifikantní hodnoty parametrů. U modelu, kde zkoumáme lineární závislost kratších výnosů (10-ti minutových na minutových) nemůžeme vzhledem k hodnotě parametru jednoznačně rozhodnout o efektivitě, v případě závislosti delších výnosů můžeme již potvrdit, že trh obsáhl většinu informace již do 10 minut a byl tak v tom období efektivní.

Stejně jako v ostatních případech nebyly porušeny Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky a data byla potvrzena jako stacionární. Výzkum proběhl na in-sample vzorku 50 pozorování.

2. 6. 4. Zhodnocení vlivu PMI v průmyslu

U PMI v průmyslu jsme obdrželi pouze jediný model, na kterém budeme testovat ziskovost našich zjištění ve 3. kapitole. To je méně, než u ostatních reportovaných makrodat, ale vzhledem ke kvalitě modelu se zdá tento být zatím ze všech nejslibnější. Malý počet potenciálních neefektivit může být způsoben nižším významem tohoto ukazatele. Nižší směrodatné odchyly výnosů jednotlivých trhů hovoří částečně pro toto vysvětlení, směrodatná odchylyka trhu S&P 500 Futures byla 0,03%, 0,74% a 0,41%, pro trh VIX Futures pak 0,22%, 0,59% a 1,15% a pro spotový kurz EUR/USD 0,03%, 0,08% a 0,12% (řazeno vždy od nejkratšího období 1 minuty po nejdelší 30-ti minutové období)

Druhým důvodem mohou být efektivnější trhy, indexy PMI jsou totiž zveřejňovány přibližně v půlce obchodního dne, kdežto indikátory zkoumané v předcházejících

subkapitolách se zveřejňují spíše na začátcích obchodního dne, kde je obecně vyšší volatilita trhů.

2. 7. PMI ve službách

Index nákupních manažerů ve službách je svou konstrukcí i interpretací velmi podobný PMI v průmyslu. Jedná se znovu o soft indikátor, který mapuje aktuální sentiment v sektoru služeb. Logika konstrukce je totožná jako u PMI v průmyslu, nákupní manažeři přibližně 400 společností napříč Spojenými státy odpovídají na 4 dotazy se stejnými vahami ohledně velikosti produkce, rychlosti dodávek, nových objednávek a stavu zaměstnanosti. Odpovědi jsou znovu kategoriální, buď je situace lepší, stejná nebo horší než v minulém měsíci.

Rovnovážná hodnota je znovu 50, při hodnotách nad 50 se nachází sektor služeb v expanzi a naopak. PMI ve službách vychází 3. obchodní den následujícího měsíce a je tedy znovu jedním z nejrychlejších indikátorů aktuálního ekonomického vývoje. V kombinaci s indexem nákupních manažerů v průmyslu dokáží dát vodítko vývoje přibližně 90% celkového produktu USA.²³

Pro naše modely budeme sledovat znovu proměnnou surprise, tedy rozdíl mezi skutečnou reportovanou hodnotou a mezi očekávanými analytiků. Formálně můžeme zapsat jako následující vztah:

$$SurprisePMI_{Non-M} = ActualPMI_{Non-M} - ExpectedPMI_{Non-M}$$

$SurprisePMI_{Non-M}$ zde představuje hodnotu překvapení indexu nákupních manažerů ve službách, $ActualPMI_{Non-M}$ je skutečně reportovaná hodnota indexu nákupních manažerů ve službách a $ExpectedPMI_{Non-M}$ je analytiky očekávaná hodnota indexu nákupních manažerů ve službách.

2. 7. 1. PMI ve službách a trh S&P 500 Futures

Lineární regresí jsme odhadli parametry modelů, které jsou shrnuty v tabulce 16:

²³ Zdroje: <https://www.instituteforsupplymanagement.org> a <http://www.investopedia.com>

Tabulka 16: Vliv PMI ve službách na trh S&P 500 Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní

		S&P 500 futures (data po PMI ve službách)									
Vysvětlovaná proměnná	výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 30 min po zveřejnění		
	Surprise PMI-NonMan		Surprise PMI-NonMan		Surprise PMI-NonMan		výnos S&P 500 Fut 1 min po zveřejnění		výnos S&P 500 Fut 10 min po zveřejnění		
Vysvětlující proměnná		Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	-0.0005	0.11	0.00172	0.15	-0.0001	0.84	-0.001	0.33	-0.00002	0.7	
Vysvětlující proměnná	-0.00001	0.75	-0.00012	0.41	0.00011	0.5	-9.39	0.084	-0.93	0	
R-squared	0.002		0.014		0.001		0.062		0.8		
Prob F-Statistics	0.75		0.41		0.5		0.084		0		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Lineární regrese opět nepotvrdila systematickou závislost mezi hodnotami surprise indexu PMI a výnosy trhu v období 1 minuty, 10 minut a 30 minut od zveřejnění skutečné hodnoty PMI. Podobně jako u indikátoru PMI v průmyslu tak i zde vidíme statisticky významný parametr pro závislost výnosů obdržných mezi 10. a 30. minutou po zveřejnění indikátoru na výnosech do 10. od zveřejnění indikátoru, směr i velikost naznačují stejné zjištění, jako v předchozí subkapitole, trh se vrací ke své původní hodnotě. Vysvětlená variabilita je ještě o něco vyšší, celých 80%.

Testování proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování, byla potvrzena stacionarita dat, respektive nepřítomnost jednotkového kořene a byly také splněny Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky.

2. 7. 2. PMI ve službách a trh VIX Futures

Ze sledovaného vzorku jsme obdrželi následující parametry:

Tabulka 17: Vliv PMI ve službách na trh VIX Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní

		VIX futures (data po PMI ve službách)									
Vysvětlovaná proměnná	Výnos VIX 1 after		Výnos VIX 10 after		Výnos VIX 30 after		Výnos VIX 10 after		Výnos VIX 30 after		
	Surprise PMI-NonMan		Surprise PMI-NonMan		Surprise PMI-NonMan		Výnos VIX 1 after		Výnos VIX 10 after		
Vysvětlující proměnná		Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	-0.00029	0.25	-0.0001	0.2	-0.004	0.0112	-0.001	0.21	-0.002	0.0539	
Vysvětlující proměnná	-0.00004	0.21	0.0001	0.62	0.00025	0.16	-0.1	0.86	-0.12	0.55	
R-squared	0.032		0.0048		0.043		0.006		0.008		
Prob F-Statistics	0.21		0.62		0.16		0.86		0.55		
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
heteroskedasticita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
multikolinearita	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne		
ADF - test	Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		Non H0		

Statistickou významnost nepozorujeme u žádného modelu. Pro modely, ve kterých zkoumáme závislost výnosů v delších obdobích na výnosech v kratších obdobích, jsme obdrželi nesignifikantní parametry poměrně blízké 0 a můžeme tedy předpokládat tržní efektivitu již v rámci 1 minuty od zveřejnění ukazatele.

Testování proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování, jednotkový kořen znovu nebyl pozorován a Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky nebyly porušeny.

2. 7. 3. PMI ve službách a kurz EUR/USD

Výstupy jednotlivých regresí jsou sumarizovány v tabulce 18:

Tabulka 18: Vliv PMI ve službách na kurz EUR/USD. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vysvětlovaná proměnná	EUR/USD (data po PMI ve službách)									
	výnos EURUSD 1 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění		výnos EURUSD 10 min po zveřejnění		výnos EURUSD 30 min po zveřejnění	
Vysvětlující proměnná	Surprise PMI-NonMan		Surprise PMI-NonMan		Surprise PMI-NonMan		delta EURUSD 1 min after		delta EURUSD 10 min after	
	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value	Parametr	p-value
Intercept	-0.0003	0.406	-0.000188	0.158	0	0.86	0	0.628	0	0.22
Vysvětlující proměnná	0	0.677	-0.0006	0.0002	-0.0005	0.031	0.88	0.083	-0.15	0.33
R-squared	0.037		0.26		0.095		0.063		0.02	
Prob F-Statistics	0.677		0.0002		0.031		0.083		0.33	
autokorelace	Ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
heteroskedasticita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
multikolinearita	ne		Ne		Ne		Ne		Ne	
ADF - test	Non h0		Non H0		Non h0		Non H0		Non H0	

Obdrželi jsme (možná poněkud překvapivě) statisticky významné odhady parametrů pro model, kde vysvětluje % změnu kurzu EUR/USD hodnotou surprise v indexu PMI ve službách. Hodnota parametru -0,0006 nám udává, že s hodnotou surprise o 1 bod kurz dolaru posílí oproti euru přibližně o 0,06%. Toto zjištění se může zdát zanedbatelné, při aktuálním²⁴ 1,0656 EUR/USD by to znamenalo přibližně 6-7 ticků²⁵, nicméně když si uvědomíme, že spread na tomto kurzu se stabilně pohybuje kolem 1 ticku, obdržíme potenciální výnosnost 5-6 ticků na jeden obchod, což už není zanedbatelná hodnota. I přes poměrně nízký koeficient determinace R-squared toto zjištění zkusíme otestovat na ziskovost ve 3 kapitole. Statisticky významný koeficient jsme obdrželi i pro vysvětlení výnosu 30 minut od zveřejnění zprávy, má však velmi

²⁴ Ze dne 1.4.2017

²⁵ Tick je minimální velikost pohybu, u páru EUR/USD činí 1 tick hodnotu 10 USD při zobchodování 1 lotu = 100 000 USD

podobnou hodnotu jako pro období 10 minut a mnohem nižší koeficient determinace, proto jej v práci dále nebudeme uvažovat.

V rámci analýzy závislosti delších výnosů na kratších výnosech jsme dokázali vysvětlit zjistit, že trh v období 1 minuty neobsáhl celou informaci a pokračoval dále v pozorovaném pohybu, konstatujeme tedy možnou neefektivitu, problémem ale zůstává velmi nízké procento vysvětlené variability pohybu. U vysvětlení výnosů v periodě 30 minut od reportu informace pomocí výnosů 10 minut od zveřejnění jsme nepozorovali statisticky významný koeficient.

Testování proběhlo na in-sample vzorku 50 pozorování, ADF-test potvrdil nepřítomnost jednotkového kořene a stacionaritu dat a rovněž nebyly porušeny Gauss-Markovovy předpoklady náhodné složky modelu.

2. 7. 4. Zhodnocení PMI ve službách

Při analyzování dopadu PMI ve službách jsme zjistili systematickou reakci kurzu EUR/USD na hodnotu surprise. To se může zdát překvapivé, protože u ostatních indikátorů v drtivé většině tato závislost pozorována nebyla. Zkusíme tedy v následující kapitole navrhnout a otestovat obchodní model, který se bude snažit této informace využít. Pro kurz EUR/USD jsme také objevili další situaci, kdy se dal vysvětlit výnos v delším období výnosem v kratším období, nejslibnější model však plyne znovu z trhu S&P 500 Futures. Směrodatné odchylky výnosů jednotlivých trhů byly 0,02%, 0,82% a 0,38% pro trh S&P 500 Futures, 0,18%, 0,69% a 1,17% pro trh VIX Futures a 0,03%, 0,11% a 0,14% pro kurz EUR/USD (řazeno vždy od nejkratší 1 minutové periody po nejdelší periodu 30 min).

2. 8. Zhodnocení vlivu makroekonomických indikátorů na jednotlivé trhy

V této kapitole jsme se zaměřili na výzkum dopadu vybraných makroekonomických ukazatelů na zkoumané trhy S&P 500 Futures, VIX Futures a kurz EUR/USD. Pomocí lineární regrese jsme odhadli 90 jednoduchých modelů, které nám měly pomoci objevit případné neefektivity na zkoumaných trzích. V drtivé většině jsme zjistili nesignifikantní parametry při hledání lineární závislosti výnosů v jednotlivých analyzovaných periodách. Větší úspěšnost jsme zaznamenali u závislosti výnosů v delších periodách na výnosech v kratších periodách, zde jsme objevili několikrát neefektivitu, která by

mohla slibovat ziskový model v out-sample vzorku. Ve třetině modelů jsme neefektivitu nepozorovali a ve třetině jsme nedokázali jednoznačně rozhodnout²⁶.

Tato zjištění budeme testovat v následující kapitole, nicméně změníme metodologii takovým způsobem, abychom mohli reflektovat tržní podmínky co nejrealističtěji. Přestaneme pracovat s relativními výnosy trhu, zaměříme se na absolutní změny v tickových datech a zahrneme také poplatky, které budou spjaté s jednotlivými obchody.

²⁶ U 12 modelů jsme pozorovali statistickou nevýznamnost s hodnotou parametru blízkou 0, u 12 modelů jsme pozorovali nevýznamnost s hodnotou parametru výrazně různou od 1 a u 12 modelů byla signalizovaná neefektivita.

3. Out-sample analýza vybraných modelů

Pro naši tzv. out-sample analýzu, tedy aplikace jednotlivých zjištění z trénovacího vzorku dat na testovací vzorek, který nebyl zahrnut v původní analýze a na kterém tedy ověříme validitu našich zjištění, mírně pozměníme naši metodologii. Nejprve se budeme věnovat hrubým dosaženým ziskům a zvoleným výkonnostním ukazatelům, poté zahrneme veškeré transakční náklady a zhodnotíme jejich dopad na sledované ukazatele v rámci čisté výkonnosti. Nakonec definujeme jednoduchá obchodní pravidla, od kterých budeme očekávat stabilizaci zisku, snížení rizikovosti jednotlivých modelů a celkové vylepšení všech ukazatelů oproti čisté výkonnosti bez definovaných pravidel.

3. 1. Metodologie

Rozhodli jsme se obchodovat všechny modely, ve kterých vycházel v in-sample období parametr vysvětlující proměnné jako statisticky významný a dostatečně různý od nuly. Pro „různost“ parametru si exaktně zvolíme hodnotu 0,1 a tedy budou nás zajímat pouze modely s parametrem nižším než -0,1 a vyšším než 0,1. V úvahu jsme nakonec nebrali velikost koeficientu determinace R-squared, avšak budeme dále sledovat, jaký vliv bude mít na potenciální ziskovost a výkonnost obchodů. Z množiny modelů jsme však vyloučili jeden model se statisticky významným parametrem, jehož rezidua vykazovala sklony k autokorelaci, a jeden model jsme upravili (trh EUR/USD po reportování durables), budeme obchodovat periodu po první minutě do 30 minut po zveřejnění makrodata. S kladnou hodnotou parametru budeme spekulovat, že pozorovaný tržní pohyb bude pokračovat a budeme tedy vstupovat do pozice ve směru trendu. Naopak se zápornou hodnotou parametru budeme spekulovat proti původnímu pohybu a očekáváme tedy pohyb na opačnou stranu. U modelu, kde vychází statisticky signifikantní závislost pohybu kurzu EUR/USD na hodnotě surprise u PMI ve službách vstoupíme do pozice, pokud bude absolutní hodnota surprise vyšší než 0,5, se zápornou hodnotou surprise nižší než 0,5 budeme spekulovat na růst kurzu EUR/USD a naopak. Pro první dvě analýzy počítáme s tím, že pozici budeme držet otevřenou až do konce sledované periody, pro poslední analýzu si explicitně stanovíme pravidlo, kdy pozici uzavřeme dříve.

Bude nás zajímat samozřejmě absolutní a relativní velikost zisku nebo ztráty, jaké jsme dosáhli během testování out-sample vzorku. Pro zjištění absolutní velikosti zisku nebo ztráty budeme potřebovat znát minimální velikost jednoho pohybu (ticku) a tomu odpovídající hodnotu v daných měnových jednotkách. Ze stránek jednotlivých burz jsme zjistili, že minimální velikost jednoho ticku pro plný kontrakt S&P 500 Futures činí 0,01 bodu pro obchodování kalendářních spreadů mezi futures kontrakty a 0,1 bodu pro klasický obchod futures kontraktů, to odpovídá hodnotám 2,5 USD (spready) a 25 USD pro klasický kontrakt²⁷. Pro trh VIX Futures je velikost jednoho ticku dána pohybem o 0,05 bodu (50 USD) pro klasický kontrakt a 0,01 (10 USD) pro obchodování kalendářních spreadů²⁸. Pro měnový pár EUR/USD na FX trhu má minimální pohyb (pro FX trh se používá termín pip) hodnotu 0,0001 bodu a odpovídá hodnotě 10 USD pro 1 obchodovaný lot²⁹.

Relativní ziskovost/ztrátovost jedné strategie bude definována jako poměr absolutního zisku/ztráty a vloženého kapitálu u jednotlivých produktů. Vyjdeme-li z předpokladu, že velikost marže se stanovuje na základě maximální denní ztráty počítané dle metody Value at Risk na určité hladině spolehlivosti (typicky 99%), definujeme velikost vloženého kapitálu jako násobek požadované marže a počtu dní, ve kterých obchodujeme během 1 roku. Můžeme matematicky zapsat jako:

$$\text{Kapitál} = \text{požadovaná vstupní marže} * \sqrt{\text{počet dní v roce, ve kterých obchodujeme}}$$

Jednotlivé požadované marže se liší napříč produkty i brokery. Po krátké analýze jednotlivých brokerů jsme se rozhodli virtuálně obchodovat indexy VIX Futures a S&P 500 Futures se společností Interactive Brokers, která má nejnižší poplatky napříč jednotlivými trhy a také jedny z nejnižších požadovaných marží, navíc se jedná dlouhodobě o jednoho z největších a nejprofesionálnějších brokerů. Měnový pár EUR/USD budeme obchodovat pomocí mnohostranného obchodního systému společnosti Admiralmarkets, kde jsou rovněž velmi nízké spready a hodnocení uživatelů je velmi pozitivní. Všechny marže a poplatky jsou shrnuty v tabulce č. 19.

²⁷ Zdroj: www.cmegroup.com

²⁸ Zdroj: www.cboe.com

²⁹ 1 lot odpovídá hodnotě 100 000 USD, 100 000*0,0001 = 10 USD

Tabulka 19: Marže, poplatky a průměrné spready pro jednotlivé trhy. Zdroj: Admiralmarkets.cz, interactivebrokers.com, cmegroup.com a Simon, Campasano (2013)

Trh	Vstupní marže	Udržovací marže	Poplatek*	Prům. bid - ask spread**
VIX Futures	6837	6215	2.29	0.06
S&P 500 Futures	18388	14710	3.26	0.1
EURUSD	625	500	0	0.0001

*Poplatek se skládá z poplatku brokerovi, poplatku burze a regulatorního poplatku
 **Bid-ask spread je rozdíl mezi nákupní a prodejní cenou. U trhu VIX Futures a S&P 500 Futures je definován tržními hráči, u kurzu EUR/USD protistranou - mnohostranným obchodním systémem

Pro každou obchodovanou událost nás také bude zajímat poměr dobrých obchodů vůči celkovému počtu obchodů, tzv. Win ratio. Vyšší hodnota Win ratio tedy znamená vyšší procento ziskových obchodů proti ztrátovým a naopak, takže s vyšším % Win ratio budeme předpokládat vyšší relativní ziskovost konkrétní obchodované události. Budeme také sledovat parametr R-squared a hodnotu koeficientu u vysvětlující proměnné obdrženého u obchodované události v in-sample analýze. Hypotéza je taková, že s vyšší hodnotou parametru R-squared budou dosažené relativní zisky vyšší, než u událostí s nižší hodnotou R-squared. Podobnou hypotézu formulujeme pro hodnotu parametru, čím vyšší bude rozdíl v absolutní hodnotě mezi hodnotou parametru a jedničkou, tím vyšší ziskovost budeme očekávat.

Posledním sledovaným kritériem u jednotlivých událostí bude absolutní směrodatná odchylka zisku/ztráty, která pro nás bude vyjadřovat variabilitu zisku/ztráty na jeden obchod, vyjádřena v USD (podkladová měna všech 3 instrumentů jsou americké dolary). S vyšší variabilitou bude naše spekulace více riziková a naopak. Tento ukazatel bude důležitý při aplikaci konkrétní strategie, kdy nebudeme zkoumat pouze to, jak ovlivní případný zisk nebo ztrátu, ale i dopad na celkové riziko spekulace.

3. 2. Analýza hrubé výkonnosti

Naším cílem bude se co nejvíce přiblížit reálným tržním podmínkám. Začneme však analýzou hrubých zisků bez transakčních nákladů a zahrnutí spreadů, neboť veškeré lineární regrese počítané v out-sample období byly rovněž kalkulovány bez jakýchkoliv transakčních nákladů, pouze na základě hrubé výnosnosti ve sledovaných periodách. Pomocí analýzy hrubých zisků uvidíme, zda by alespoň některé z našich aplikovaných zjištění z kapitoly 2 dokázaly porazit trh a systematicky vydělat v ideálním světě bez transakčních nákladů. Díky kalkulaci hrubých zisků také můžeme pozorovat, jak moc

ovlivnilo zahrnutí spreadů a poplatků celkovou výkonnost našich spekulací. Výsledky analýzy brutto výkonnosti v out-sample období nalezneme v tabulce 20.

Tabulka 20: Zhodnocení hrubé výkonnosti zvolených strategií. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní

Vyhodnocení - hrubá výkonnost bez trans. Nákladů							
Obchod	N	Abs. Zisk	%zisk	Win ratio	Abs. Směrodatná odchylka zisku(ztráty)	In-sample R^2	Parametr
Inflace							
S&P 1 -> S&P 10	29	13490	8,6%	72%	852,4	50,0%	0,675
FX 10 -> FX 30	28	-10	-0,2%	54%	75,0	10,0%	0,39
Trh práce							
S&P 1 -> S&P 10	25	8820	5,7%	72%	804,5	36,0%	0,54
FX 1 -> FX 10	25	-110	-2,3%	40%	44,0	13,5%	-0,58
Maloob. Tržby							
S&P 1 -> S&P 10	24	12790	8,2%	75%	716,7	54,0%	0,64
VIX 10 -> VIX 30	24	-1370	-4,1%	50%	733,2	12,4%	0,44
Durables							
S&P 1 -> S&P 10	20	3630	2,3%	58%	1220,3	36,0%	0,42
VIX 10 -> VIX 30	20	1820	5,4%	63%	477,6	9,0%	0,35
FX 1 -> FX 30	20	-60	-1,2%	63%	65,9	12,4%	-1,02*
PMI průmysl							
SP 10 - SP 30	29	29685	19,0%	79%	1684,2	78,0%	-1,04
PMI služby							
SP 10 - SP 30	29	28510	18,3%	82%	1202,5	80,0%	-0,93
FX 1 -> FX 10	29	660	13,6%	53%	106,3	7,3%	0,88
Surp -> FX 10	18	-110	-2,3%	50%	82,1	26,0%	-0,0006
Celkem za jednotlivé trhy							
S&P 500 Futures	156	96925	62,1%	74%	1090,7	57,4%	
VIX Futures	44	450	0,3%	56%	429,9	12,4%	
EURUSD	120	370	0,2%	52%	75,7	12,9%	

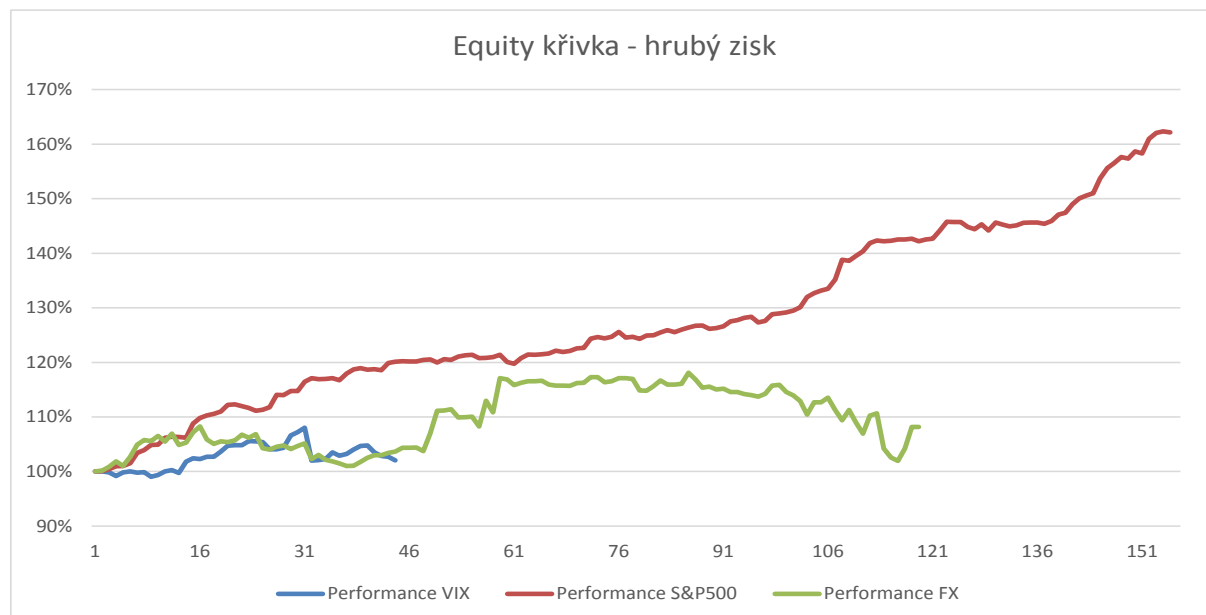
*Tento parametr jsme zjistili modelací závislosti výnosů mezi od 2. do 30. minuty po zveřejnění na výnosech 1 min po zveřejnění

V tabulce 20 vidíme souhrnné zhodnocení hrubé výkonnosti zvolených obchodovaných událostí. Ve sloupci obchod vidíme událost a typ trhu, který obchodujeme, ve sloupci N je počet out-sample pozorování, popisy ostatních sloupců jsou shodné s terminologií v popisu metodologie. Hodnoty v zelené části spektra by měly indikovat pozitivní scénář relativní ziskovosti, červená část spektra by měla znamenat opak, žlutá barva je pak neutrální/nejednoznačná. Podle našich hypotéz bychom neměli pozorovat v jednom řádku společně zelené a červené buňky. To se zdá být splněno pro trhy S&P 500 Futures a VIX Futures, pro kurz EUR/USD je situace v několika případech nejednoznačná. To je ale obecně způsobeno nižší kvalitou modelů, kdy jsme většinou dokázali vysvětlit pouze velmi malou část variability výnosů, ale obdrželi jsme parametry velmi různé od 0. Odmyslíme-li tento neduh, pak ostatní případy svědčí pro platnost našich formulovaných hypotéz v předchozí části kapitoly (3. 1.).

Celkem 8 ze 13 našich vybraných strategií bylo ziskových, suverénně nejlepších výsledků bychom dosáhli při obchodování S&P 500 Futures, kde jsme u všech trhů dokázali využít neefektivitu a realizovali poměrně vysoký zisk³⁰. U trhu VIX Futures byly výsledky smíšené, v jednom případě zjištěná neefektivita přetrvávala, v druhém případě bychom realizovali ztrátu, u kurzu EURUSD bychom byli úspěšní pouze v 1 z 5 případů a naše strategie by tedy byly obecně neúspěšné. Ve všech 8 případech ziskových obchodovaných modelů jsme zaznamenali Win ratio vyšší než 50%, u 3 z 5 ztrátových případů pak Win ratio nižší nebo rovno 50%. Průměrná hodnota R-squared byla v případě ziskových strategií přibližně 43,8%, u ztrátových pak zhruba 14,9%. Pro ziskové obchody se rovněž průměrný koeficient parametru odlišoval v absolutní hodnotě o 0,68 od 0, pro ztrátové obchody se pak odlišoval od 1 v průměru o 0,61³¹. Tato čísla dále potvrzují platnost hypotéz formulovaných v části 3. 1. a můžeme je tedy považovat za potvrzené.

Pro dokreslení obrázku jsme ještě generovali výkonnostní (equity) křivky za jednotlivé trhy. Ty nám řeknou, jaký byl průběh celkového kapitálu (v procentech vloženého kapitálu, který odpovídá počátečnímu vstupnímu kapitálu). Jednotlivé výkonnostní křivky jsou v obrázku č. 6.

Obrázek 6: Hrubé výkonnostní křivky (v procentech vloženého kapitálu). Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní



³⁰ Vzhledem k průběhu obchodů a stabilně kladným ziskům bychom v reálném světě nebyli tak konzervativní a obchodovali více kontraktů v rámci našeho investovaného kapitálu

³¹ Zde není zahrnuta poslední strategie, kdy se snažíme vstupovat do pozice na základě hodnot surprise, kdy parametr vychází řádově jinak a je neporovnatelný s ostatními.

Vidíme, že equity křivky jsou rostoucí pro všechny 3 obchodované trhy, nejstrmější růst patří trhu S&P 500 Futures, což odpovídá hodnotám v tabulce č. 20, při zdánlivě nejnižší volatilitě křivky. Průměrná roční volatilita odpovídala 6,30% a spočítali jsme ji dle následujícího vzorce:

$$\sigma_{p.a.} = \text{směrodatná odchylka \% změn kapitálu} * \sqrt{\text{počet dní, kdy obchodujeme}}$$

Dosáhli jsme tedy zhodnocení přes 60% při minimální volatilitě. Ostatní dvě křivky se již od pohledu jeví více volatilní, což potvrdil i výpočet, kdy přepočtená roční volatilita kapitálu pro trh VIX byla 12,66% a pro kurz EUR/USD činila roční volatilita 11,14%. Na ose X vidíme celkový počet provedených obchodů pro každý instrument.

3. 3. Analýza čisté výkonnosti

V kalkulaci čisté tržní výkonnosti musíme zahrnout transakční náklady spojené s jednotlivými obchody. Ty se skládají z poplatků jednotlivým burzám a brokerům a z předpokládaných rozdílů mezi nákupní a prodejní cenou (bid-ask spread) kotovanou na trhu. Jednotlivé poplatky a spready jsou shrnuty v tabulce 19. Se zahrnutím poplatků není problém, od každého výsledku provedeného obchodu odečteme hodnotu poplatku a dostaneme tedy zisk nebo ztrátu očištěnou o poplatek. U bid-ask spreadů již byl postup horší, protože jsme byli nuceni k určité aproximaci, rozdíly mezi cenami se totiž liší v čase. Pro každý instrument jsme tedy vzali průměrný bid-ask spread v bodovém vyjádření, který jsme vydělili dvěma³² a tuto hodnotu následně odečetli od naší realizační ceny. Jsme tedy schopni pojmout v naší analýze průměrnou velikost bid-ask spreadu, nicméně nezahrneme případné roztažení spreadů při vysoké tržní nejistotě. Předpokládejme však, že se tyto situace na vysoce likvidních trzích, kde budeme obchodovat, dějí zřídka a jejich dopad (pokud by teoreticky nastal zrovna při realizaci našeho obchodu) pro nás nebude materiální.

Dle výzkumů Simona a Campasana (2013) se průměrný bid-ask spread pro trh VIX Futures v období 2006-2011 pohyboval na úrovni 0,06 bodu, tedy někde mezi 1-2

³² V našich historických datech vidíme standardní ceny ve tvaru Open, High, Low, Close, nevidíme však jednotlivé kotace a také nevíme, jestli se za konkrétní hodnoty provedl aktivní prodej (někdo prodal za bidovou cenu, pak bychom znali bid a odhadli ask) nebo aktivní nákup (někdo koupil za ask cenu, pak bychom znali ask a odhadli bid). Víme pouze to, že za tuto cenu byla provedena transakce. Pokud vydělíme průměrný spread hodnotou 2, pak za předpokladu nevychýlených poskytnutých cen bychom měli ve střední hodnotě přesně reflektovat tržní spready.

ticky. Dle studie již z roku 1994 se průměrný bid-ask spread pro trh S&P 500 Futures pohyboval standardně na úrovni 0,1 bodu, tedy jednoho ticku (Wang, Michalski, Moriarty a Jordan, 1994), v dnešní době elektronických burz a high-frequency market-makerů není důvod očekávat, že by průměrný spread byl vyšší. Pro kurz EUR/USD se u našeho vybraného mnohostranného obchodního systému pohybuje bid-ask spread standardně na hodnotě 1 ticku v „rušných“ obchodních hodinách³³ (prakticky pozorováno autorem).

Po zahrnutí těchto transakčních nákladů do jednotlivých modelů jsme spočítali výkonnosti a veškeré ukazatele definované v části 3. 1., tyto jsou shrnuty v následující tabulce (č. 21)

Tabulka 21: Zhodnocení čisté výkonnosti zvolených strategií. Zdroj: Thomson Reuters, Interactive brokers a Admiral markets, zpracování vlastní

Vyhodnocení - čistá výkonnost							
Obchod	N	Abs. Zisk	%zisk	Win ratio	Abs. Směrodatná odchylna zisku(ztráty)	In-sample R ²	Parametr
Inflace							
S&P 1 -> S&P 10	29	12670	8,1%	69%	852,4	50,0%	0,675
FX 1 -> FX 30	28	-284	-5,9%	32%	75,0	10,0%	0,39
Trh práce							
S&P 1 -> S&P 10	25	8114	5,2%	72%	804,5	36,0%	0,54
FX 1 -> FX 10	25	-322	-6,7%	36%	44,0	13,5%	-0,58
Maloob. Tržby							
S&P 1 -> S&P 10	24	12112	7,8%	75%	716,7	54,0%	0,64
VIX 10 -> VIX 30	24	-2865	-8,6%	42%	733,2	12,4%	0,44
Durables							
S&P 1 -> S&P 10	20	3065	2,0%	58%	1220,3	36,0%	0,42
VIX 10 -> VIX 30	20	574	1,7%	47%	477,6	9,0%	0,35
FX 1 -> FX 30	20	-270	-5,6%	42%	65,9	12,4%	-1,02*
PMI průmysl							
SP 10 - SP 30	29	28865	18,5%	76%	1684,2	78,0%	-1,04
PMI služby							
SP 10 - SP 30	29	27690	17,7%	82%	1202,5	80,0%	-0,93
FX 1 -> FX 10	29	400	8,3%	46%	106,3	7,3%	0,88
Surp -> FX 10	18	-280	-5,8%	50%	82,1	26,0%	-0,0006
Celkem za jednotlivé trhy							
S&P 500 Futures	156	92516	59,3%	73%	1090,7	57,4%	
VIX Futures	44	-2291	-1,5%	42%	429,9	12,4%	
EURUSD	120	-756	-0,5%	41%	75,7	12,9%	

*Tento parametr jsme zjistili modelací závislosti výnosů mezi od 2. do 30. minuty po zveřejnění na výnosech 1 min po zveřejnění

Zanesením nákladů do našich modelů jsme velmi významně snížili výkonnost dosaženou na trhu VIX Futures a na trhu EUR/USD. Poměr ziskových a ztrátových strategií se však nezměnil a zůstává 8 vs. 5. U 8 modelů se zhoršil poměr Win ratio, u 5 zůstal stabilní. Můžeme si všimnout, že absolutní směrodatná odchylna zisku/ztráty

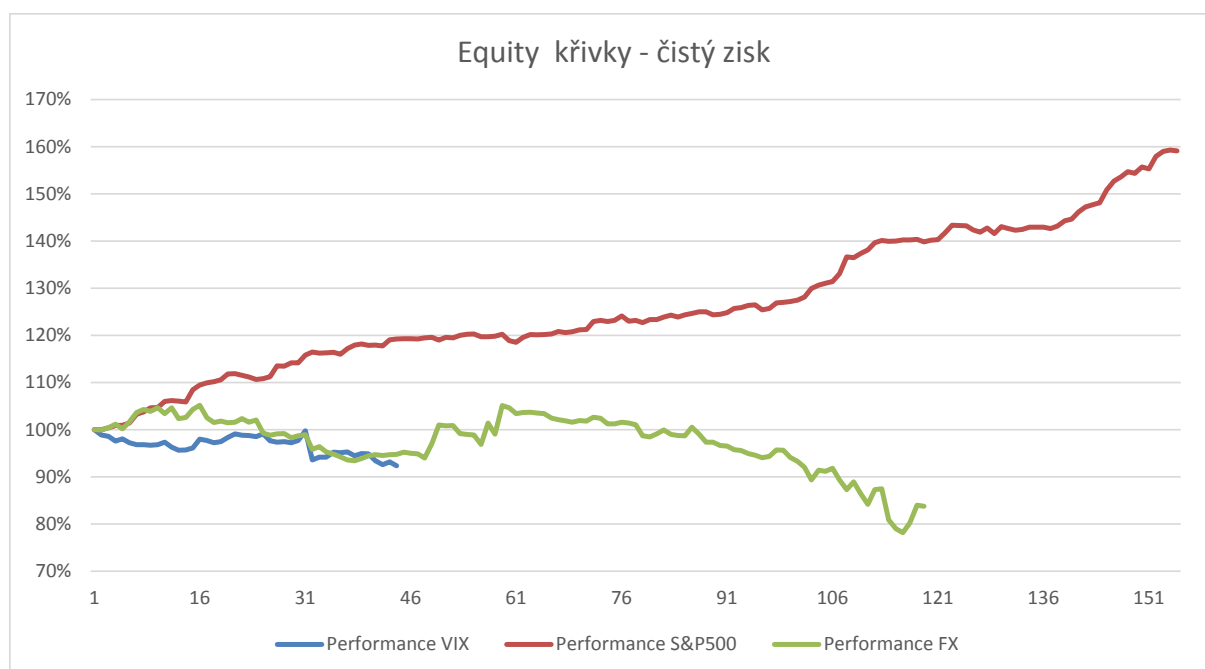
³³ Mezi 9:00 – 22:00 středoevropského času

se nezměnila, tato situace je v pořádku, protože směrodatná odchylka je charakteristikou variability, nikoliv polohy a při aplikaci nákladů se jednorázově mění poloha průměrné hodnoty zisku, nikoliv jeho variabilita. Ostatní dva parametry přenášíme z minulé kapitoly a jsou tedy stabilní.

Vidíme, že nejmenší dopad mělo zavedení nákladů na trh S&P 500 Futures, u kterého jsme u všech 6 obchodovaných událostí vykázali stále vysoký zisk (z 96 925 USD bez nákladů se snížil na 92 516 USD se zahrnutými náklady) a Win ratio nad 50 procent. Zdá se tedy, že na tomto trhu bylo v námi sledovaném out-sample období (leden 2013 – červen 2015) možné systematicky dosahovat zisku při obchodování našich strategií identifikovaných ve 2. kapitole. Se zavedením nákladů se velmi snížila ziskovost u modelů, ve kterých obchodujeme trh VIX Futures. Celková ztráta by činila -2 291 USD oproti čistému zisku bez aplikovaných nákladů +450 USD. Vidíme, že náklady na obchodování VIX Futures byly mnohem vyšší, než pro trh S&P 500 Futures, pod 50% také kleslo průměrné vážené Win ratio, z 56% na přibližně 42%. Pro trh EUR/USD se výsledek přehoupl ze zisku 380 USD na ztrátu -750 USD a Win ratio se snížilo z váženého průměru 52% na 41%, propad tedy není tak markantní jako u trhu VIX Futures, ale také poměrně významný. Jediným ukazatelem pro ziskové obchodování kurzu EUR/USD byl PMI ve službách.

Znovu jsme také vykreslili equity křivky, abychom viděli celkový vývoj kapitálu pro všechny 3 obchodované trhy (obrázek 7).

Obrázek 7: Čisté výkonnostní křivky (v procentech vloženého kapitálu). Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní



Můžeme pozorovat, že znovu jednoznačně nejlepší výsledek dosáhly naše modely obchodující trh S&P 500 Futures, kdy jsme po 156 obchodech náš původní kapitál téměř 1,6x. Přepočítaná roční volatilita byla na úrovni 7,44%. Ostatní dva trhy byly ztrátové, kdy u trhu EUR/USD bychom ztratili více než 15% původně vloženého kapitálu, ztráty z trhu VIX Futures by náš vložený kapitál zredukovaly na méně než 95% původní hodnoty. Volatilita je u obou trhů rovněž vyšší než u předchozí analýzy hrubých zisků, pro trh EUR/USD jsme pozorovali volatilitu 16,92%. Přepočtená roční volatilita strategií na VIXu by byla 13,79%.

3. 4. Analýza čisté výkonnosti po aplikaci pravidel

Doposud jsme předpokládali, že po vstupu do pozice v ní setrváme až do konce naší sledované periody (pokud jsme objevili například lineární závislost mezi výnosy určitého trhu po 30-ti minutách od zveřejnění ukazatelů na výnosech po 10-ti minutách od zveřejnění ukazatelů, předpokládáme, že vstoupíme do pozice po 10-ti minutách od reportu a vystoupíme po 30-ti minutách). Tento základní předpoklad teď posuneme na druhou kolej a formulujeme si následující jednoznačná pravidla pro vystupování z pozic. Po vstupu na trhu pro nás mohou nastat aktuálně 3 události:

- Pokud dosáhneme předem definované ztráty, pozici uzavíráme s realizovanou ztrátou. Maximální definovaná ztráta vychází z in-sample směrodatných

odchylek mezi rozdílem velikosti pohybů v jednotlivých periodách. Pro trhy VIX Futures a S&P 500 Futures jsme definovali maximální ztrátu jako polovinu směrodatné odchyly pohybu mezi periodami, pro volatilnější trh EUR/USD pak celou standardní odchylku pohybu mezi periodami. Pro poslední model, kde obchodujeme přímo hodnotu surprise pak maximální ztráta odpovídá pohybu o 6 ticků. Matematicky můžeme zapsat pro trh VIX a S&P jako:

$$\begin{aligned} \text{MaxZtráta} \\ = -0,5 * \sigma(\text{pohyb pozorovaný na začátku periody} \\ - \text{pohyb na konci periody}) \end{aligned}$$

Pro trh EUR/USD pak jako:

$$\text{MaxZtráta} = -\sigma(\text{pohyb pozorovaný na začátku periody} - \text{pohyb na konci periody})$$

$$\text{MaxZtráta} = -70 \text{ USD}$$

- b) Dosáhneme-li cíleného zisku, uzavíráme pozici. Znovu vyjdeme ze směrodatných odchylek mezi jednotlivými pohyby v in-sample období, maximální zisk z jednoho obchodu pro nás nastane, pokud tržní pohyb dosáhne 1,5x směrodatné odchyly pozorované v in-sample období. Pro model, kde obchodujeme hodnotu surprise to bude znovu našich zjištěných 6 ticků (tedy 50 USD po odečtení spreadu).
- c) Pokud nenastane situace a) ani b), uzavřeme pozici na konci sledované periody.

Naše obchody samozřejmě očistíme také o průměrné zjištěné spready a poplatky stejným způsobem, jako v předchozí subkapitole 3. 3. Od těchto zdánlivě jednoduchých pravidel můžeme očekávat, že stabilizují zisky z jednotlivých trhů, sníží absolutní velikost u ziskových i ztrátových obchodovaných událostí a také významně sníží rizikovost vyjádřenou absolutní směrodatnou odchylkou zisku/ztráty z jednotlivého obchodu. Vliv zavedení pravidel je shrnut v tabulce 22.

Tabulka 22: Zhodnocení čisté výkonnosti zvolených strategií po aplikaci definovaných pravidel. Zdroj: Thomson Reuters, Interactive brokers a Admiral markets, zpracování vlastní

Vyhodnocení - čistá výkonnost po aplikace pravidel							
Obchod	N	Abs. Zisk	%zisk	Win ratio	odchylka zisku(ztráty)	In-sample R^2	Parametr
Inflace							
S&P 1 -> S&P 10	29	11580	7,4%	69%	540,9	50,0%	0,675
FX 10 -> FX 30	28	30	0,6%	24%	44,2	10,0%	0,39
Trh práce							
S&P 1 -> S&P 10	25	6420	4,1%	64%	626,7	36,0%	0,54
FX 1 -> FX 10	25	-190	-3,9%	32%	32,4	13,5%	-0,58
Maloob. Tržby							
S&P 1 -> S&P 10	24	10180	6,5%	75%	544,6	54,0%	0,64
VIX 10 -> VIX 30	24	-1238	-3,7%	25%	368,4	12,4%	0,44
Durables							
S&P 1 -> S&P 10	20	3450	2,2%	53%	894,9	36,0%	0,42
VIX 10 -> VIX 30	20	213	0,6%	26%	260,7	9,0%	0,35
FX 1 -> FX 30	20	-70	-1,4%	36%	31,2	12,4%	-1,02*
PMI průmysl							
SP 10 - SP 30	29	18429	11,8%	76%	1045,9	78,0%	-1,04
PMI služby							
SP 10 - SP 30	29	15673	10,0%	71%	1229,3	80,0%	-0,93
FX 1 -> FX 10	29	140	2,9%	43%	93,9	7,3%	0,88
Surp -> FX 10	18	200	4,1%	61%	43,0	26,0%	-0,0006
Celkem za jednotlivé trhy							
S&P 500 Futures	156	65732	42,1%	69%	822,5	57,4%	
VIX Futures	44	-1025	-0,7%	30%	215,1	12,4%	
EURUSD	120	110	0,1%	38%	51,4	12,9%	

*Tento parametr jsme zjistili modelací závislosti výnosů mezi od 2. do 30. minuty po zveřejnění na výnosech 1 min po zveřejnění

Můžeme pozorovat, že po aplikaci našich pravidel jsme skutečně dosáhli snížení absolutní směrodatné odchylky zisku nebo ztráty u 12 ze 13 modelů, což můžeme hodnotit jako významný úspěch. Nižší hodnota směrodatné odchylky je pro nás důležitá, protože za předpokladu, že by v budoucnu klesající úspěšnost (Win ratio) našich obchodů neovlivnila celkový zisk tak výrazně. Pokud bychom například pozorovali Win ratio hned u prvního modelu (trh S&P 500 Futures po datech o inflaci) na úrovni 48,3% (15 z 29 obchodů by skončilo ztrátou), pak by předpokládaná střední hodnota čistého zisku u modelu bez pravidel byla na úrovni 2441 USD, u modelu s našimi pravidly by to pak bylo 5 092 USD³⁴. Potvrdili jsme tedy, že aplikace definovaných pravidel signifikantně snížila rizikovost obchodování všech modelů.

Z pohledu relativního zisku jsme dosáhli zlepšení u všech ztrátových modelů u analýzy čistých zisků bez pravidel, u 2 z 5 jsme dokonce dokázali změnit ztrátové modely na ziskové, což svědčí pro hypotézu stabilizace a zlepšení u ztrátových modelů³⁵. Ziskové

³⁴ U tohoto modelu pozorujeme 20 ziskových a 9 ztrátových obchodů. Při změně na 14 ziskových a 15 ztrátových by naše očekávaná ziskovost bez pravidel klesla o: $(-6 \cdot 852,4) + (-6 \cdot 852,4) = -10\,228$ USD. Prvním závorkou odečítáme očekávaný zisk a druhou přičítáme očekávanou ztrátu. Při zavedení našich definovaných pravidel by se zisk snížil -6480 USD.

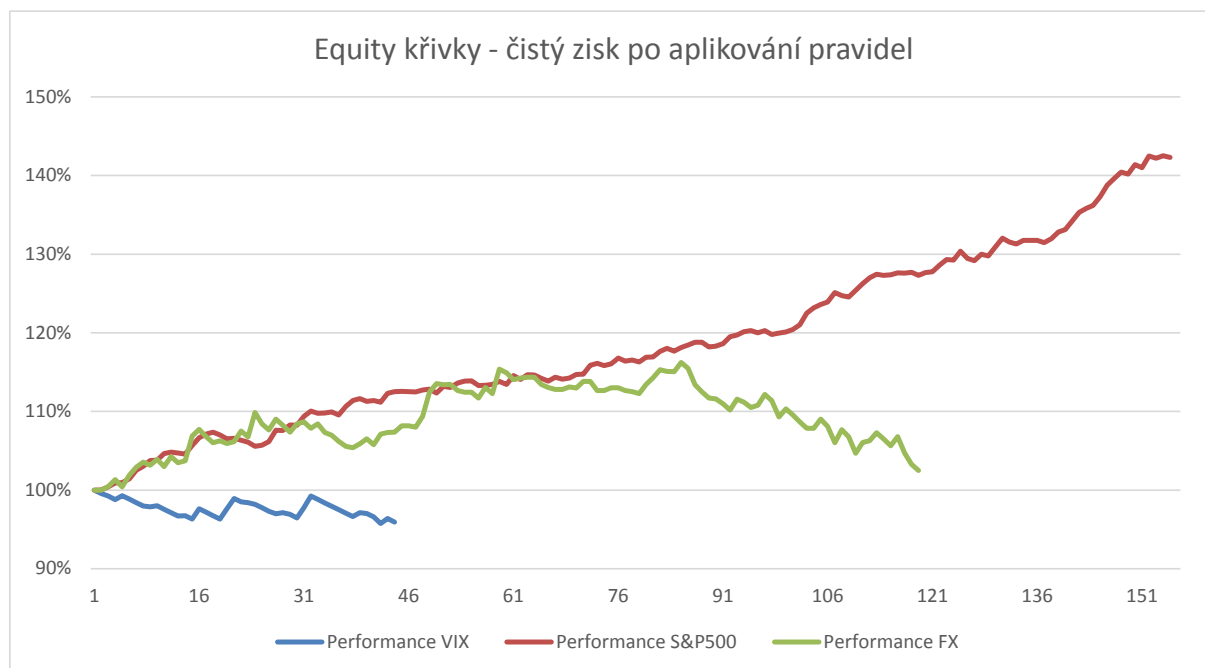
³⁵ Odfiltrovaly jsme odlehlá pozorování na ztrátové i ziskové straně.

modely byly ovlivněny méně, došlo k mírnému zhoršení (méně než 5 procentních bodů) relativní ziskovosti 4 modelů, významnému zhoršení (více než 5 procentních bodů) u 3 modelů a v 1 případě dokonce ke zlepšení relativní i celkové ziskovosti. V absolutních číslech klesl zisk oproti modelaci čistého zisku bez pravidel u trhu S&P 500 Futures o -26 784 USD na 65 732 USD, u trhu VIX Futures se ztráta snížila o 1 266 USD na -1 025 USD, u trhu EUR/USD jsme se vrátili k zisku, ten byl na úrovni +110 USD oproti ztrátě -750 USD v analýze čistých zisků bez pravidel. Potvrzujeme tedy rovněž předpoklad, že definovaná pravidla zvýší celkovou stabilitu zisku alepší ziskovost u původně ztrátových modelů. Snížení ziskovosti u ziskových modelů jsme pozorovali rovněž.

Překvapivým zjištěním v našich analýzách je, že u 9 ze 13 modelů se snížil poměr Win ratio, z toho ve 3 případech o více než 10 procentních bodů. Ve 3 případech tento poměr zůstal nezměněn a v 1 případě se zlepšil. Je tedy zřejmé, že i přes nižší % poměr ziskových obchodů se v průměru naše zisky zlepšili v důsledku realizace nižších ztrát a odfiltrování vysokých ztrát. V extrémním případě vidíme, že dokonce i s úspěšností obchodů 24% jsme dosáhli zisku u trhu EUR/USD po reportování inflačních dat.

Po vykreslení vývoje našeho kapitálu (equity křivky, obrázek 8) vloženého na jednotlivé trhy můžeme předpokládat, že se celková volatilita snížila v případě trhu VIX Futures a trhu S&P 500 Futures oproti čisté výkonnosti bez aplikovaných pravidel. Ohledně zisku ze spekulací na pohyb kurzu EUR/USD nelze odhadnout, zda se volatilita snížila nebo zvýšila, zůstává však velmi vysoká. Po provedení výpočtů jsme identifikovali přepočítanou roční volatilitu naší výnosnosti pro trh S&P 500 Futures na úrovni 5,44%, pro trh VIX Futures na úrovni 4,19% a pro trh EUR/USD se pohybovala volatilita stále poměrně vysoko na úrovni 9,83%. Na ose X vidíme znovu počet obchodů na každém trhu.

Obrázek 8: Čisté výkonnostní křivky po zavedení definovaných pravidel (v procentech vloženého kapitálu). Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní



3. 5. Zhodnocení out-sample výkonnosti

Z analýzy hrubých zisků jsme v 8 ze 13 případů zjistili, že pozorované lineární vazby z in-sample období přetrvávaly i v období od ledna 2013 do června 2015. S rostoucím parametrem R-squared a tedy vyšší vysvětlenou variabilitou závislých výnosů a s parametrem vysvětlující proměnné vzdálenějším od hodnoty 1 jsme v průměru dosahovali lepších výsledků. Zahrnutím transakčních nákladů a kalkulací čistých zisků jsme potvrdili, že u některých vybraných událostí na různých trzích v out-sample období šlo dosahovat zisku způsobem, který jsme zjistili z různých lineárních regresí. Nicméně natolik pozitivní výsledky při minimální volatilitě celkového kapitálu (hlavně pro trh S&P 500 Futures), které jsme obdrželi, bych před napsáním této práce neočekával. Je to důkaz toho, že ne všechny trhy byly dostatečně efektivní v krátkém období (do 30 minut).

Aplikací jednoduchých pravidel, které vycházejí ze směrodatných odchylek rozdílů mezi pohyby trhu v námi vysvětlované periodě, jsme byli schopni zvýšit výnosnost pro trhy VIX Futures a na trhu EUR/USD a stabilizovat celkové zisky v rámci modelů operujících na všech 3 trzích. Rovněž jsme touto jednoduchou optimalizací u všech strategií snížili celkové riziko obchodů a významně omezili dopad odlehlých pozorování (ztrát i zisků).

Problémem u těchto výsledků by teoreticky mohla být horší kvalita dat, ale nepředpokládám, že by data o minutových cenách získaná od společnosti Thomson Reuters byla natolik nekvalitní, že by dokázala vyvrátit veškerá naše zjištění. Zůstává otázkou, jak by si vedly naše modely po naprogramování a nasazení na skutečný trh, zjištění (hlavně pro trh S&P 500 Futures) však vyzývají, že by to stálo minimálně za zkoušku.

Závěr

Hlavním cílem této práce bylo prozkoumat vliv vybraných makroekonomických ukazatelů na trhy VIX Futures, S&P 500 Futures a EUR/USD v krátkém období. Nejprve jsme v teoretické části popsali konstrukci a strukturu jednotlivých trhů a vztah mezi cenami pozorovanými u Futures instrumentů a jejich podkladových indexů.

V empirické části jsme poté pomocí lineární regrese na in-sample datech provedli samotnou analýzu vlivu reportovaných makrodat na výše zmíněné trhy tak, že jsme si definovali 3 sledované periody: 1 minutu, 10 minut a 30 minut od zveřejnění konkrétního indikátoru. Vysvětlující proměnnou pro nás byly hodnoty překvapení u jednotlivých reportovaných makroekonomických indikátorů a závislou proměnnou představovaly výnosy v jednotlivých periodách. Pro zkoumání rychlosti, s jakou se trh přizpůsobuje nové informaci, jsme analyzovali pohyb v delší časové periodě (vysvětlovaná proměnná) v závislosti na pohybu v kratší časové periodě (vysvětlující proměnná).

Statisticky významnou závislost tržního vývoje v definovaných periodách na hodnotách surprise jednotlivých indikátorů jsme našli pouze v jednom případě, což se dá označit za zklamání. Nedokázali jsme tak objevit systematickosti trhu ve vyhodnocování hodnoty překvapení, nicméně směrodatné odchylky výnosů v jednotlivých periodách (hlavně v 10-ti a 30-ti minutové periodě) vycházely různé od 0, což dokazuje, že trhy přece jen na reportování hodnot ukazatelů určitým způsobem reagovaly.

V rámci závislosti výnosů v delších periodách po zveřejnění hodnot ukazatelů na výnosech v kratších periodách po zveřejnění hodnot ukazatelů jsme dosáhli zajímavějších výsledků. Možnou tržní neefektivitu jsme objevili u 12 modelů tj. ve třetině případů. Nejméně efektivní se zdál být trh S&P 500 Futures, kde jsme jistou formu neefektivity v některé ze zkoumaných period objevili u všech zkoumaných makrodat.

Ve třetí kapitole jsme testovali, zda neefektivity, objevené v kapitole č. 2, přetrvávaly na trzích i v out-sample datech a zda bychom byli schopni systematicky dosahovat zisku. V analýze brutto výkonnosti byly zkoumány pouze přetrvávající vazby a dosažené hodnoty zisku, respektive ztráty nerefletovaly reálné tržní podmínky.

Nejvyšších zisků bychom dosáhli u trhu S&P 500 Futures, kde neefektivita přetrvávala, každá obchodovaná strategie na tomto trhu by byla zisková.

K reálným tržním podmínkám jsme se snažili co nejvíce přiblížit v analýze čistých zisků, byla provedena krátká rešerše jednotlivých brokerů a jejich nákladů, které jsme zahrnuli k našim hodnotám hrubé výkonnosti. Zahrnuli jsme také odhad průměrného spreadu na trzích s předpokladem nevyčleněných cen v datech poskytnutých společností Thomson Reuters. Dosáhli jsme znovu vysokých zisků u trhu S&P při minimální volatilitě investovaného kapitálu, všechny obchodované strategie zůstaly ziskové a celková ziskovost klesla jen o pár procentních bodů. U ostatních trhů nás zahrnutí všech nákladů dostalo do ztráty a neefektivita na nich tedy není potvrzena.

Poslední analýzu jsme provedli pro vývoj obchodů po aplikování jednoduchých obchodních pravidel. Od nich jsme si očekávali stabilizaci zisku odfiltrováním extrémních zisků a ztrát a předpokládali zlepšení výkonnosti u ztrátových modelů a zhoršení výkonnosti u ziskových modelů při snížení celkového rizika jednoho obchodu. Tento předpoklad byl bezesporu potvrzen, byla sice snížena ziskovost u trhu S&P Futures, relativní ziskovost by však i tak zůstala na velmi slušné úrovni 42,1% za sledované období přibližně 2,5 roku při přepočtené roční volatilitě kapitálu přibližně 5,44%. Takto kvalitní výsledek je rozhodně nad mé očekávání. Obchodování na ostatních dvou trzích skončilo mírnou ztrátou, respektive zanedbatelným ziskem a tržní neefektivita tak ve sledovaném období od února 2013 do června 2015 nebyla pozorována.

Seznam tabulek

Tabulka 1: Vliv inflace na trh S&P500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní	24
Tabulka 2: Vliv inflace na trh VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	25
Tabulka 3: Vliv inflace na spotový kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní	27
Tabulka 4: Vliv trhu práce na S&P 500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.	29
Tabulka 5: Vliv trhu práce na VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.	30
Tabulka 6: Vliv trhu práce na kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.	31
Tabulka 7: Vliv maloobchodních tržeb na výnos S&P 500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.	33
Tabulka 8: Vliv maloobchodních tržeb na výnos VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.	34
Tabulka 9: Vliv maloobchodních tržeb na kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní	35
Tabulka 10: Vliv durables na výnos S&P 500 Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní	37
Tabulka 11: Vliv durables na výnos VIX Futures. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	38
Tabulka 12: Vliv durables na kurz EUR/USD. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	39
Tabulka 13: Vliv PMI v průmyslu na trh S&P 500 Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní	41
Tabulka 14: Vliv PMI v průmyslu na trh VIX Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní	42
Tabulka 15: Vliv PMI v průmyslu kurz EUR/USD. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	43
Tabulka 16: Vliv PMI ve službách na trh S&P 500 Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní	45
Tabulka 17: Vliv PMI ve službách na trh VIX Futures. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	46
Tabulka 18: Vliv PMI ve službách na kurz EUR/USD. Zdroj: Thomson Reuters, zpracování vlastní	46
Tabulka 19: Marže, poplatky a průměrné spready pro jednotlivé trhy. Zdroj: Admiralmarkets.cz, interactivebrokers.com, cmegroup.com a Simon, Campasano (2013)	51
Tabulka 20: Zhodnocení hrubé výkonnosti zvolených strategií. Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní	52
Tabulka 21: Zhodnocení čisté výkonnosti zvolených strategií. Zdroj: Thomson Reuters, Interactive brokers a Admiral markets, zpracování vlastní	55
Tabulka 22: Zhodnocení čisté výkonnosti zvolených strategií po aplikaci definovaných pravidel. Zdroj: Thomson Reuters, Interactive brokers a Admiral markets, zpracování vlastní	59

Seznam obrázků

Obrázek 1: Hodnoty indexu S&P 500, VIX, VIX Futures kontraktu s expirací 26.4.2017. 3.5.2017 a 10.5.2017, zdroj: Chicago Board Options Exchange k datu 26.4.2017	13
Obrázek 2: Contango a Normal Backwardation, zdroj: Investopedia.com.....	17
Obrázek 3: Vývoj objemu a rozčlenění na jednotlivé sektory dle BIS. Zdroj: Bank for International Settlements, září 2016.....	18
Obrázek 4: Proces tvorby kotace od market makerů na regulovaném trhu až po finální kotaci pro koncového klienta mnohostranného obchodního systému.	20
Obrázek 5: Korelogram reziduí, zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	26
Obrázek 6: Hrubé výkonnostní křivky (v procentech vloženého kapitálu). Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	53
Obrázek 7: Čisté výkonnostní křivky (v procentech vloženého kapitálu). Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní.....	57
Obrázek 8: Čisté výkonnostní křivky po zavedení definovaných pravidel (v procentech vloženého kapitálu). Zdroj dat: Thomson Reuters, zpracování vlastní	61

Použité zdroje

Tištěná literatura:

ARLT, Josef. *Moderní metody modelování ekonomických časových řad*. Praha: Grada, 1999. ISBN 80-7169-539-4.

HULL, John. *Options, futures, and other derivatives*. Ninth edition. ISBN 978-0133456318.

LO, Andrew W. a Craig, A. MACKINLAY. *A non-random walk down Wall Street*. 5th printing. Princeton, N.J: Princeton University Press, 2002. ISBN 9780691092560. 348-368.

SINCLAIR, Euan. *Volatility trading*. Second edition. Hoboken (NJ) : Wiley & Sons ISBN 978-1-118-34713-3.,

WEITHERS, Timothy M. *Foreign exchange: a practical guide to the FX markets*. Hoboken, N.J.: J. Wiley, c2006. ISBN 978-0-471-73203-7.

WITZANY, Jiří. *Financial derivatives: valuation, hedging and risk management*. Ed. 1st. Prague: Oeconomica, 2013. ISBN 978-80-245-1980-7.

Akademické články:

BRAZYS J., MARTENS M.. *How important is economic news for bond markets*, 2014 [cit. 2016-05-20]. Dostupné online: http://www.efmaefm.org/0EFMAMEETINGS/EFMA%20ANNUAL%20MEETINGS/2014-Rome/papers/EFMA2014_0275_fullpaper.pdf

SIMON, David P. a Jim CAMPASANO. *The VIX Futures Basis: Evidence and Trading Strategies* [online]. 2013 [cit. 2017-04-02]. Dostupné z: http://www.efmaefm.org/0EFMAMEETINGS/EFMA%20ANNUAL%20MEETINGS/2013-Reading/papers/VIX%20paper_EFMA.pdf

VON BESCHWITZ, Bastian, Donald B. KEIM a Massimo MASSA. *Media-Driven High Frequency Trading: Evidence from News Analytics*. SSRN Electronic Journal [online]

WANG, George H. K., Raphael J. MICHALSKI, James V. JORDAN a Eugene J. MORIARTY. *An intraday analysis of Bid-Ask spreads and price volatility in the S&P 500 index futures market*. Journal of Futures Markets [online]. 1994, 14(7), 837-859

[cit. 2017-04-11]. DOI: 10.1002/fut.3990140706. ISSN 02707314. Dostupné z: <http://doi.wiley.com/10.1002/fut.3990140706>

Ostatní online zdroje:

CMEGROUP, *S&P 500 AND E-MINI S&P 500 INDEX FUTURES: FREQUENTLY ASKED QUESTIONS* [online]. [cit. 2017-04-09]. Dostupné z: <https://www.cmegroup.com/trading/equity-index/files/faq-e-mini-equity-index-futures.pdf>

CBOE Volatility Index® (VX) Futures: Contract specifications. *Chicago Board Options Exchange* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <http://cfe.cboe.com/products/vx-cboe-volatility-index-vix-futures/contract-specifications>

Kvalita exekuce pokynu. *Admiral Markets* [online]. [cit. 2017-04-29]. Dostupné z: <https://admiralmarkets.cz/about-us/kvalita-exekuce-pokynu>

Futures and FOPs: Fixed Pricing Structure. *Interactive Brokers* [online]. [cit. 2017-04-11]. Dostupné z: <https://www.interactivebrokers.com/en/index.php?f=commission&p=futures1>

Triennial Central Bank Survey: Foreign exchange turnover in April 2016. *Bank for International Settlements* [online]. [cit. 2017-05-03]. Dostupné z: <http://www.bis.org/publ/rpfx16fx.pdf>

What labor market indicators do the FOMC members look at when making their decision? *Federal Reserve Bank of San Francisco* [online]. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <http://www.frbsf.org/education/publications/doctor-econ/2013/october/labor-market-indicators-monetary-policy-unemployment-rate/>

Manufacturers' Shipments, Inventories, & Orders. United States Census Bureau [online]. [cit. 2017-03-19]. Dostupné z: <https://www.census.gov/manufacturing/m3/index.html>

Non-Manufacturing ISM® Report On Business®. *Institute for Supply Management* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <https://www.instituteforsupplymanagement.org/ISMReport/NonMfgROB.cfm?SSO=1>

ISM Non-Manufacturing Index. *Investopedia.com* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/terms/i/ism-nonmfg.asp>

Economic Indicators: Purchasing Managers Index. *Investopedia.com* [online]. [cit. 2017-03-23]. Dostupné z: <http://www.investopedia.com/university/releases/napm.asp>

Economic Calendar. *FXStreet* [online]. [cit. 2017-03-17]. Dostupné z: <https://www.fxstreet.com/economic-calendar>