

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta
Katedra matematiky

Analýza vývoje ceny zlata

Bakalářská práce

Autor: Jakub Šulc

Studijní program: B1103 Aplikovaná matematika

Studijní obor: Finanční a pojistná matematika

Vedoucí práce Mgr. Jitka Kühnová, Ph.D.

Univerzita Hradec Králové
Přírodovědecká fakulta

Zadání bakalářské práce

Autor: **Jakub Šulc**

Studijní program: B1103 Aplikovaná matematika

Studijní obor: Finanční a pojistná matematika

Název práce: Analýza vývoje ceny zlata

Název práce v AJ: Analysis of the price of gold

Cíl a metody práce: Práce objasňuje historický význam zlata a jeho vztah k penězům. Dále pomocí statistických metod zkoumá, jaká je vazba mezi zlatem a třemi světovými měnami dnes.

Garantující pracoviště: katedra matematiky Přírodovědecké fakulty UHK

Vedoucí práce: Mgr. Jitka Kühnová, Ph.D.

Konzultant:

Oponent: doc. RNDr. PaedDr. Pavel Trojovský, Ph.D.

Datum zadání práce: 9. 4. 2014

Datum odevzdání práce:

Prohlášení:

Prohlašuji, že jsem bakalářskou práci vypracoval samostatně a že jsem v seznamu použité literatury uvedl všechny prameny, z kterých jsem vycházel.

V Hradci Králové dne

Jméno a příjmení

Poděkování:

Tímto bych chtěl poděkovat vedoucí mé bakalářské práce Mgr. Jitce Kühnové, Ph.D. za čas, který mi věnovala během tvorby této práce.

Anotace

ŠULC, J. Analýza vývoje ceny zlata. Hradec Králové, 2015. Bakalářská práce na Přírodovědecké fakultě Univerzity Hradec Králové. Vedoucí bakalářské práce Jitka Kühnová. 46 s.

Bakalářská práce se zabývá analýzou vývoje ceny zlata. Úvod práce je zaměřen na historický a ekonomický význam tohoto cenného kovu. Hlavním smyslem práce je analyzování vztahu ceny zlata a tří světových měn - eura, libry a švýcarského franku, a to pomocí vhodných matematických metod. Závěr práce je věnován interpretaci nalezených vztahů vzhledem k době, ve které byly nalezeny.

Klíčová slova

zlato, peníze, měna, zlatý standard

Annotation

ŠULC, J. Analysis of the price of gold. Hradec Králové, 2015. Bachelor Thesis at Faculty of Science University of Hradec Králové. Thesis Advisor Jitka Kühnová. 46 p.

This thesis is focused on the analysis of changes of the price of gold. In the introduction of this work the historical and economic significance of this metal is mentioned. The main goal of this work is the analysis of the price of gold related to three world currencies - euro, pound, and swiss franc. We use appropriate mathematical methods. The conclusion is devoted to the interpretation of the results related to the period of time in which they were detected.

Keywords

gold, money, currency, gold standard

Obsah

1 Zlato a jeho historie	10
1.1 Úvod	10
1.2 O zlatu obecně	11
1.3 Historie platidel	13
1.4 Zlatý standard	15
1.5 Předpoklady analýzy	17
1.6 Zdroj dat	18
1.7 Zkoumaná data	20
2 Metody analýzy	21
2.1 Časové řady	21
2.2 Zavedení používaných metod	22
2.2.1 Aritmetický průměr	23
2.2.2 Rozptyl	23
2.2.3 Směrodatná odchylka	24
2.2.4 Korelační koeficient a matice	24
2.2.5 Výnosy	25
3 Analýza	26
3.1 Vstupní data	26
3.2 Zavedení výnosů	31
3.3 Porovnání výnosů	37
3.4 Směrodatné odchylky	38

3.5	Náhodná procházka	40
4	Závěr	43

Seznam obrázků

1.1	Roční těžba zlata od roku 1900 v tunách. Zdroj [13]	12
2.1	Akcie Apple, 1-1-2009 až 17-10-2012, Zdroj [15]	22
3.1	Cena zlata v dolarech mezi lety 1990 a 2014	27
3.2	Ceny jednotlivých měn v tomtéž období	27
3.3	S&P500. V grafu je zvýrazněn listopad roku 2008. Zdoj Yahoo Finance. . .	28
3.4	Zlato v krizovém období.	30
3.5	Měny v krizovém období.	31
3.6	Měsíční výnosy zlata a měn	32
3.7	Čtvrtletní výnosy zlata a měn.	33
3.8	Půlroční výnosy zlata a měn.	34
3.9	Roční výnosy zlata a měn.	35
3.10	Ceny zlata mezi lety 1991 až 2001	36
3.11	Čtvrtroční výnosy za sledované období	37
3.12	Rozdíly směrodatných odchylek	40
3.13	Zkoumaná data. Zlato	42

Seznam tabulek

3.1	Zkoumaná data	26
3.2	Korelační matice	28
3.3	P-hodnoty	29
3.4	Korelační matice v krizovém období	30
3.5	Statistika měsíčních výnosů	33
3.6	Statistiky čtvrtletních výnosů	34
3.7	Statistiky půlročních výnosů	35
3.8	Statistiky ročních výnosů	36
3.9	Směrodatné odchylky za vybraná období	39

Kapitola 1

Zlato a jeho historie

1.1 Úvod

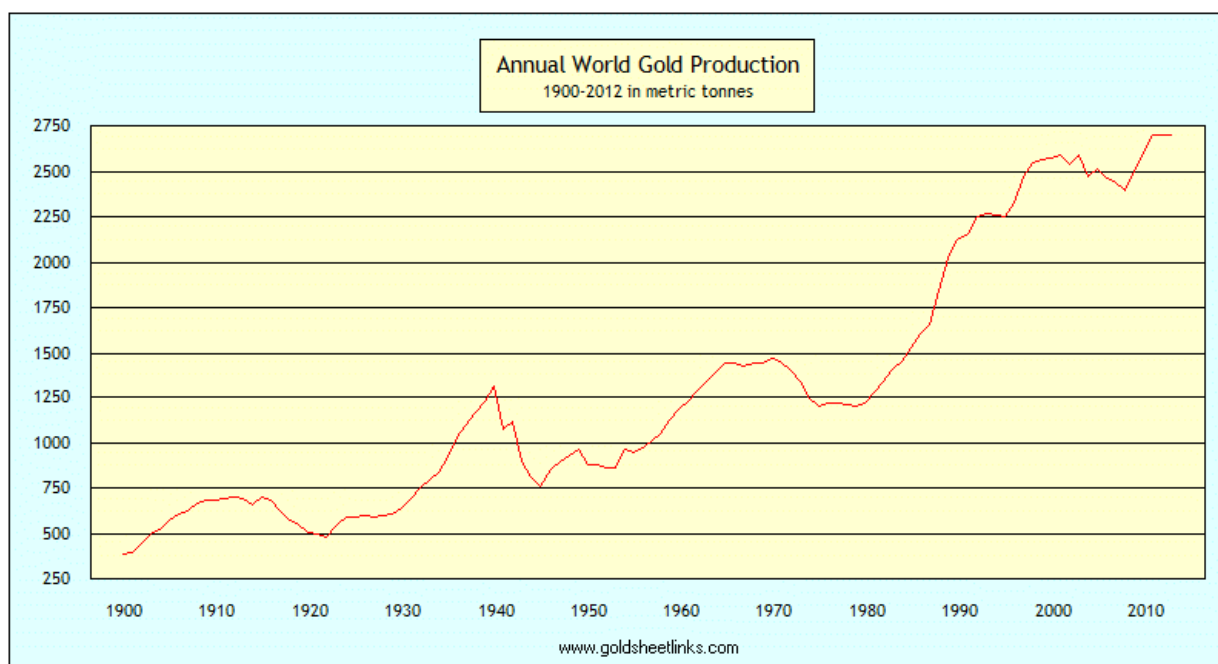
Cílem práce je odhalit a popsat nalezené shody mezi změnami ceny zlata a různých světových měn. Analýza právě těchto dvou proměnných byla zvolena především z důvodu zájmu autora o problematiku historického významu zlata a jeho role v naší ekonomice a společnosti s ohledem na historické skutečnosti, především zlatý standard. Zlatý standard byl po mnoha staletích přerušen a nahrazen mechanismem novým, ve kterém zlato již jako platidlo nefiguruje. Nicméně dlouhotrvající vztah mezi zlatem a penězi je hlavní motivací k výběru tématu práce. Právě z tohoto důvodu by měla tato analýza být více než jen statistickým cvičením, ale mohla by pomoci odpovědět na otázku, jaký je vztah mezi zlatem a penězi dnes. Zajímat nás samozřejmě bude, jak výrazná korelace mezi daty bude odhalena a na jak velké části dat. Neméně důležitým a jistě i zajímavým prvkem analýzy bude zamýšlení se nad zkoumanými shodami vzhledem k času, tedy v jakém období byly nalezeny, jaká byla v dané době ekonomická situace a jak mohla ovlivnit změnu cen zkoumaných instrumentů. K lepšímu pochopení, proč pro analýzu bylo vybráno právě zlato a měny, by mělo pomoci historické shrnutí vývoje zlata a ekonomický pohled na roli peněz v ekonomice.

1.2 O zlatu obecně

Zlato, latinsky *Aurum*, je jedním ze základních chemických prvků, v periodické tabulce je vedeno pod zkratkou *Au* od slova *Aurora*, znamenající jitřní či polární záře. *Aurora* byla též římskou bohyní úsvitu či červánků a tento název se stal oblíbeným i v dalších oblastech. Zlato není žádnou slitinou a i přes veliké snahy středověkých alchymistů se nejedná o lidský výrobek. Je to látka s jednou z nejvyšších hustot složení, vyznačuje se též značnou chemickou stálostí. Tento drahý kov je na zemi přítomen podobně jako uhlí či železo z důvodů činnosti přírody. Je ukryto v zemi a jen díky nesmírnému lidskému úsilí a vynaloženým nákladům je možné jej držet v rukou: „*K získání jedné unce ryzího zlata je potřeba 38 hodin práce jednoho horníka, 1400 galonů vody, dávka elektřiny, se kterou by velká domácnost vydržela 10 dní, 282–565 krychlových stop stlačeného vzduchu a množství různých chemikálií, jako je kyanid, různé kyseliny, olovo, barox a vápno*“ [3] Přesto lidé toto usilí vynakládají již tisíce let a to na všech místech naší zeměkoule. Jednalo se často o zcela izolované oblasti světa v různých dobách – Incká říše v Jižní Americe, starověký Egypt v severní Africe, Babylonie na Předním východě, čínské císařství, římská říše a samozřejmě království, knížectví a republiky na evropském území.

Zlato mělo a má na člověka výrazný vliv: „*Zlato hýbalo celými společnostmi, ničilo ekonomiky, ovlivňovalo osudy králů a císařů, dalo vzniknout nejnádhernějším uměleckým dílům, provokovalo násilí člověka proti člověku a pohánělo lidi k neuvěřitelnému úsilí s vyhlídkou na rychlé zbohatnutí a na odstranění nejistoty.*“ [3] Zamyslíme-li se zběžně nad historií lidstva a to ať již z románů, různých mýtů nebo učebnic dějepisu, zlato v nich často hraje důležitou roli. Jen v bibli je o něm přes 400 zmínek. V knize Ezechiel se například praví: „*Svou moudrostí a rozumností ses domohl blahobytu, do svých pokladnic jsi získal zlato a stříbro.*“ [4] Ať již jako symbol nebo přímo fyzicky, zlato je přítomno v nejrůznějších literárních i historických příbězích: „*Neuhasitelně krásná záře zlata, podobná sluneční, přiměla lidi, aby se s jeho pomocí chránili před temnotou obestřednou budoucností. (...) Ať to byl Iasón na cestě za zlatým rounem, Židé tančící kolem zlatého telete, Kroisos těšící se svými zlatými mincemi, Crassus usmrcený roztaveným zlatem nalitým do hrdla, Basileos II. Bulharobijce s více než 200 tisíci librami zlata, Pizarro zavražděný uprostřed pokladů svými stoupenci, Sutter, jehož mlýn odstartoval kalifornskou zlatou horečku, nebo*

moderní vůdci jako Charles de Gaulle, který se obelhával vizí, že vlastnictví zlata zajistí Francii stabilní a silnou ekonomiku.“ [3] Zatímco na kostěné nástroje, husí brka na psaní, valchu nebo na kazety VHS historie nejspíš pozapomene, zlato a zlaté mince přetrvaly a přetrvávají. V současném světě má zlato stále větší využití „Miliardy pozlacených kontaktů, nejrůznějšího druhu, součástky satelitů, reflektory, izolační skla proti slunečnímu a tepelnému záření, výroba slunečních kolektorů, kontakty airbagů, které nikdy nezrezivý, a proto zaručeně fungují. Pokročilé laserové technologie, diagnostické a terapeutické lékařské přístroje, větrná a sluneční energie, počítačové technologie a mnohé další potřebují zlato, třebaže vždy jen v malém množství. Avšak masová produkce toto malé množství rychle znásobuje v nepřehlednou záplavu.“ [5] Tomu odpovídá i neustálý růst množství vytěženého zlata, jak můžeme vidět na Obrázku 1.1.



Obrázek 1.1: Roční těžba zlata od roku 1900 v tunách. Zdroj [13]

Dříve než zlato začalo sloužit jako platidlo, bylo používáno pro šperkařství a další ozdobné a obřadní účely. I přesto bylo panovníky a duchovními horlivě shromažďováno a v srdcích jejich služebníků vyvolávalo posvátnou úctu. Odpovídalo to však nejspíš době, která měla daleko vyšší respekt k duchovním symbolům a obecně se nesla v duchu vzhlížení k vládcům a to ať již církevním, tak světským. Dnešní doba je jiná, zaměřená

více materialisticky, a tak je i využití zlata spíše praktické. Pod materiálním bohatstvím si dnes představujeme především peníze, ať již papírové nebo virtuální, nicméně i přesto zlato dále pracuje s touhou v oblasti šperkařství, pro spoustu lidí je stále synonymem finančního zajištění (především pro východní národy jako jsou Indové a Číňané) a dodnes ani zcela neutichla diskuze o možném návratu zlata do peněžnictví.

1.3 Historie platidel

Peníze jsou „*jakékoli aktivum, které je všeobecně přijímáno při placení za zboží a služby nebo při úhradě dluhu.*“ [10] „*Plní funkce prostředku směny, míry hodnot čili zúčtovací jednotky a uchovatele hodnot.*“ [11] Ač by šlo o některých výše zmíněných funkcích polemizovat či spekulovat, zda takové bylo jejich původní zaměření, jistotou zůstává, že na funkci jakožto prostředku směny se shodnou všichni. S příchodem peněz byly usnadněné a umožněné směny, které dříve byly náročné či nemožné. Dostal-li například chovatel krav chuť na skopové, musel buďto krávu porazit nebo ji vyměnit za více ovcí (a doufat, že počty veškerého dobytka budou v celých číslech). S příchodem peněz mohlo k transakci dojít rychleji a zároveň se mohla zvířata dožít alespoň masopustu. Podobné problémy byly odstraněny samozřejmě i v oblastech, kde by dělení obchodovaného zboží nedávalo žádný smysl (půlku stolu za jednu a dvě třetiny židle). Od vynálezu peněz stačí ohodnotit obchodované zboží a to pak vyměnit za peníze. V případě, že obě strany mají zájem o zboží strany protější, lze vzájemný dluh započíst a zaplatit jen rozdíl. Zboží již není třeba dělit.

Aby ke směně mohlo docházet co nejefektivněji (= nejrychleji a s co možná nejmenšími transakčními náklady), je třeba za peníze volit takovou komoditu, která je snadno dělitelná a dobře dostupná. První pokusy v historii lze z dnešního pohledu hodnotit jako spíše neohrabané: „*Bylo vyzkoušeno mnoho alternativ a všechny byly také zase opuštěny. Hřebenatky kdysi platily jako peníze napříč Oceánií, Afrikou a Středním a Dálným Východem. (...) Další varianty byly například krávy, pšenice, velrybí zuby, obří kamenné disky a perlové náhrdelníky. V roce 1715 bylo v Severní Karolíně oficiálně uznávaným platidlem sedmnáct druhů komodit. Homér zaznamenává používání železných kotlů a trojnožek namísto peněz v antickém světě.*“ [7]

Různé těžkopádné, obtížně získatelné a upravovatelné peníze byly postupně vyměňovány za platidla jednodušší. Dřívější přesvědčení, že dobrým platidlem může být jen to, co má samo o sobě nějakou praktickou hodnotu a/nebo vzácnost, vyměnilo pod vlivem praktičnosti peněz v každodenní směně přesvědčení, že ideálním platidlem by byla dostupná, snadno dělitelná, nezaměnitelná, velikostí a hmotností praktická komodita. Používat se tak začaly kovy – ať již běžné nebo tzv. drahé. Mezi ty nejpoužívanější patřily především měď, železo, hliník, bronz, cín, olovo, zinek a samozřejmě zlato a stříbro. Více o tomto tématu například Nohejlová-Prátová [9]. Kov byl snáze dělitelný, z počátku nezaměnitelný, byl ho dostatek a byl jednotvárný. Měl tak výhody pro běžné občany, kteří své bohatství mohli nosit v měšcích u pasu a bez větších obtíží je mohli směňovat za chtěné zboží a dostávat nazpět za své výrobky. Kov měl i důležitý osobní atribut související především s lidským egem a chtíčem. Panovník mohl na své mince razit svou podobu a tak se jedinečně zapsat do historie, zisk z tzv. ražebného (především u drahých kovů) byl nikoliv nepodstatným příjmem vladařova rozpočtu a v neposlední řadě dokáže mít kov (především zlato a stříbro) silný vliv na lidskou touhu po bohatství. Plná truhlice zlata, tohoto žlutého kovu, působí na lidské smysly z ne zcela známých důvodů až magickým způsobem. „Člověk má vrozenou potřebu se zdobit. Rád své bohatství předvádí a ukazuje. Zlato je ideální volba (...) Jakoby pohled na třpytící se zlato v člověku probouzel jakési pravěké instinkty.“ [5] Důkazem z historie mohou být jednak tzv. zlaté horečky, kolonizace světa Evropany (především střední a jižní Ameriky), ale i nekonečné války nejen na evropském kontinentě. Zlato tak bylo přijímáno jak rozumem, vzhledem k jeho praktičnosti, tak i citem, vzhledem k jeho jedinečnosti a výjimečnosti.

Bohatství národů však rostlo rychleji než těžba zlata a iluzorní zdražování (ve skutečnosti zhodnocování) zboží a služeb společně s chtíčem vladařů vedlo k znehodnocování zlatých mincí. Podíl zlata se začal snižovat a začala se objevovat inflace, což bylo první narušení do té doby přirozeně fungujícího peněžního systému. Peníze však stále byly zlatem, jen ho v mincích bylo méně. Jak však rostla akumulace kapitálu a rozšiřoval se zahraniční obchod, stalo se pro mnohé nošení těžších zlatých mincí obtíží. Vznikly tak první papírové peníze. Původně fungovali jako směnky či dlužní úpisy, kdy vlastník zlata zapůjčil svůj poklad bance a ta mu jako potvrzení vydala úpis na jeho jméno. Protože se však s úpisy začalo obchodovat, banky začaly výměnou za zlato místo těchto potvrzení emitovat úpisy

vlastní, první bankovky. Zatímco v Evropě k tomu začalo docházet až ve 14. století, první bankovky v Číně byly již v 7. století.

1.4 Zlatý standard

Mluvíme-li o zlatě jakožto platidle, nemůžeme nezmínit zlatý standard. Pohled na tuto problematiku se v průběhu dějin radikálně změnil a lze ho přirovnat snad jen ke změnám názorů společnosti na záležitosti jako je otroctví, práva žen či svobodu vyznání. Zatímco ještě před několika málo staletími bylo zcela normální, že nějaký člověk vlastnil jiného člověka, který pro něho musel nedobrovolně pracovat a jeho život byl zcela v rukou majitele, dnes by diskuze na toto téma vyvolala u většiny lidí naprostý nesouhlas či nejisté rozhlížení se po okolí, zda se jedná o nějaký vtíp. Podobně je tomu i se zlatým standardem. Není tomu tak dávno, kdy pro naprostou většinu lidí bylo zcela přirozené, že hodnota peněz, které denně používají, je buď absolutně, nebo alespoň částečně odvozená od hodnoty materiálu, z kterého jsou peníze vyrobeny. Nebylo možné, aby tomu bylo jinak. Proč by pak tyto peníze měly nějakou hodnotu? Naopak dnes je normální, že peníze mají hodnotu jen proto, že je na nich napsaná a protože lidé vědí nebo věří, že si za ně mohou koupit adekvátní množství zboží. Hlavní funkce peněz, tedy prostředek směny, tím narušen sice není, nicméně ostatní funkce být narušeny mohou. V mnoha případech je tak nejen pro ortodoxní zastánce zlatého standardu smysl peněz zpochybněn.

Smyslem této práce není zkoumání a hodnocení zlatého standardu, nicméně silný a jak již bylo zmíněno, téměř až magický vztah mezi penězi a zlatem, který přetrvával dlouhá staletí, je důvodem, proč práce s tímto zaměřením vznikla.

Zlato s postupem času ztrácelo na svém významu, pro část odborné veřejnosti z ekonomických důvodů, pro většinu laické veřejnosti z důvodů politických. Posledním racionálním pokusem o udržení vztahu mezi zlatem a měnami byl tzv. Brettonwoodský systém pevných měnových kurzů. Byl to jednoduchý, ale smysluplný nápad, jak využít výhody zlata a zároveň minimalizovat veškeré jeho nevýhody. Poválečná energie a touha po tom začít znovu a poctivě svedla dohromady jedny z nejlepších ekonomických, finančních a politických mozků (mezi nejznámější patřil především John Maynard Keynes) a umožnila jim přijít s jednoduchým a funkčním řešením, které bylo představeno již v roce 1944 v oblasti

Bretton Woods (New Hampshire) na území USA zástupcům ze 44 zemí.

Nový systém spočíval v tom, že americký dolar bude nadále měnou, která si bude držet pevný kurz vůči zlatu, a měny ostatních zemí budou ve vztahu s dolarem fungovat v režimu pevných měnových kurzů. Původní myšlenka spočívala ve skutečně neměnných kurzech mezi dolarem a ostatními měnami, ale ostatním státům byla ponechána volnost, na jaké úrovni tyto kurzy budou držet a v případě ekonomických problémů mohlo dojít k jejich drobným úpravám. Americký dolar byl zvolen z několika důvodů: „*Pro všemocný dolar hovořila především skutečnost, že Spojené státy vlastnily 75 % světových zásob mincovního zlata a že americká ekonomika vyvázla z druhé světové války nejenže bez škod, ale dokonce s výkonností, jakou americká historie nepamatovala.*“ [3] Ostatní měny tak byly prostřednictvím dolaru vázány na zlato se všemi výhodami s tímto spojenými (především měnová stabilita a předvídatelnost) a zároveň nejenže státy účastníci se Brettonwoodské dohody nemusely vypisovat směnné kurzy jejich měn vůči zlatu, nemusely dokonce vůbec žádné zlato fyzicky vlastnit. Stačil směnný kurz k dolaru, který byl vázaný na zlato a kromě Spojených států amerických měly všechny ostatní zúčastněné státy problémy s nedostatkem zlata vyřešeny.

Dolar však není zlato a postupem času se začaly objevovat problémy. Výklad příčin a možných řešení vzniklých problémů se liší člověk od člověka, ekonom od ekonom, většinou záleží na tom, k jaké ideologické ekonomické škole daný komentátor patří. Faktem však zůstává, že zatímco na začátku stáli u tvorby tohoto systému ekonomové všech proudů a hlavním cílem byla funkčnost a praktická proveditelnost, v závěru se spory a výhrady objevovaly spíše na poli politickém. To v kombinaci s vysokým bohatnutím Američanů vedoucím k odlivu zlata z USA přispělo k destabilizaci celého systému. Dolar se stal příliš lákavým pro zahraniční firmy i občany, kteří jej brali jako kvalitní měnu, která je schopná si uchovat hodnotu. Americké firmy stále častěji hledaly investiční možnosti v zámoří a tak amerických dolarů v Americe stále ubývalo. Z USA tak proudilo zlato do zahraničních bank a udržet unci zlata za 35 dolarů bylo stále obtížnější. Světové státy se na jednu stranu snažily postupovat společně, na stranu druhou je již poválečná chuť po jednotném postupu opustila a tak začaly lobovat především za své zájmy. Nejlepším příkladem tohoto chování byla tehdejší Francie v čele s generálem de Gaullem.

Pod vlivem ekonomických a politických problémů bylo udržení konvertibility dolaru

za zlato stále více náročné. Američtí politici se příliš dlouho zdráhali přijmout jakákoliv opatření, která by mohla zabránit zhroucení systému a tak se po určité době stalo jedinou možností systém zcela opustit. V pátek 13. srpna roku 1971 americký prezident Richard Nixon svolal šestnáct nejvýznamnějších ekonomických poradců do svého sídla, kde přes víkend vymysleli tzv. „Novou hospodářskou politiku“. Ta mimo jiné obsahovala kromě zrušení vazby dolaru na zlato i zmrazení mezd a cen v soukromém sektoru a zavedení dovozního cla. Prezidentu Nixonovi se povedlo svá nová opatření uvést takovým způsobem, že jejich původní smysl (řešení ekonomických problémů doposud nevyzkoušeným, technicky náročným opatřením s velikým vlivem na hospodářství) ve skutečnosti vyzněl jako sebevědomý krok Spojených států správným směrem, vedoucí k jejich ekonomickému osvobození. Svůj proslov národu přednesl v televizi a rozhlase v neděli 15. srpna 1971.

Tento krok znamenal faktický konec zlatého standardu, respektive toho, co z něho zůstalo. Zlatý standard na světě fungoval více než tři tisíce let, po většinu svého života nabízel lidstvu svá pozitiva, u konce však existoval v takovém prostředí, ve kterém přinášel především problémy. Jeho vývoj byl postupný a dá se říci přirozený. Lidé k němu dospěli postupem pokus-omyl a upravovali jej tak dlouho, dokud zcela neplnil to, k čemu byl vytvořen. Je tedy možné, že jeho náhlý a spíše z politických důvodů opodstatněný konec, nedokázal zpřetrhat staletými udržovaná pouta mezi zlatem a penězi?

1.5 Předpoklady analýzy

Z logiky věci nám mohou vyjít jen dva možné výsledky – vztah mezi změnami cen zlata a měn existuje či neexistuje. Prakticky je pak vhodné se podívat na sílu tohoto vztahu a v jaké době (vzhledem ke světovému dění) byly dané vztahy zkoumány. Jistě by bylo poctivé se nad možnými výsledky zamyslet ještě před vlastní analýzou, stanovit tak určité předpoklady, jejich možné příčiny a ty pak v závěru konfrontovat se zjištěnými výsledky. Budeme-li chápat trh jakožto místo volné směny a tedy i svobodné, ničím neregulované tvorby ceny, lze s určitými zjednodušeními říci, že vzhledem ke značné likviditě na obou trzích a v případě dostatečného časového úseku, jsou nalezené vztahy výsledkem přirozeného vývoje trhů a tedy i spontánní činnosti lidí, nikoliv uměle stanovenými příkazy. Oba trhy

lze považovat za nezávislé, patří do zcela jiného segmentu – zlato je obchodováno na komoditním trhu, zatímco měny na trhu devizovém. Dalším elementem, který by mohl ovlivnit vztahy cen zlata i měn (a aniž by znamenal onen „přirozený vztah“) by při nevhodně zvoleném modelu mohla být inflace. My však budeme jak zlato tak měny uvádět vždy ve stejné měně a to v dolarech.

Předmětem mnoha debat a prací je vztah zlata a dolaru. Jak bylo zmíněno výše, historie těchto dvou instrumentů je bohatá a podle mnohých mezi nimi stále existuje silná vazba. Mezinárodní měnový fond v roce 2009 publikoval práci s názvem *The Effects of Economic News on Commodity Prices: Is Gold Just Another Commodity?* [14] ve které zmiňuje, že dle zjištění jejich ekonomů, je od roku 2002 způsobeno 40 až 50 procent pohybů ceny zlata dolarem.

1.6 Zdroj dat

K analýze zkoumaných vztahů budeme potřebovat tržní data o cenách jednotlivých instrumentů. Potřebujeme cenu zlata a zkoumaných měn, v obou případech vyjádřenou v amerických dolarech.

Získat data o cenách jednotlivých měn není náročné. Trh pro směnu cizích měn (Foreign exchange market, zkráceně a lidově nazývaný jako Forex) je se solidním předstihem největším trhem na světě. Denně páruje dohromady miliony obchodů a to ať již od drobných investorů, finančních skupin či komerčních a centrálních bank. Mnohými ekonomy je Forex pro svou masivní likviditu (na tomto trhu prakticky nejde neprodat nebo nekoupit) považován za tzv. dokonalou konkurenci, tedy za jednu z legend teoretické ekonomie, vzor a snad i cíl mnoha ekonomů romantiků. Na tomto trhu se zobchoduje částka těžko představitelná - více než 5 trilionů (5 000 000 000 000 000 000) amerických dolarů denně. Pro srovnání HDP České republiky pro rok 2014 činilo 205 837 milionů dolarů, tedy 0.2 trilionu, HDP Spojených států amerických za stejné období bylo 17 420 700 milionů dolarů, tedy 17.5 trilionů. Přičteme-li k tomu ještě další aktivity s Forexem spojenými, jako veškeré obchodní zpravodajství, tržní analýzy, nekonečné kvantum literatury a vědeckých prací, kampaně podporující odvážné drobné střadatele, aby na Forexu zhodnotili své úspory, kampaně odrazující naivní drobné střadatele, aby na Forexu nepromarnili svá rodinná jmění,

lze říci, že Forex je jedním z nejvíce sledovaných fenoménů naší doby. Z tohoto důvodu je při získávání dat o cenách měnových párů spíše problém s tím, jaký z mnoha zdrojů vybrat. V této práci jsou data nakonec čerpána z webu Investing.com, jednoho z největších serverů zabývajícím se nejen zprostředkováním dat, ale i analýzami a novinkami z trhu.

Určení tržní ceny zlata je o něco problematičtější. Zlato je skutečnou komoditou, kterou je potřeba vytěžit a zpracovat do podoby, v které je dále prodáváno zájemcům. Tato podoba může nabývat zcela odlišných tvarů. Veškeré zlato na světě je si na první pohled podobné, nicméně v praxi je veliký rozdíl mezi například africkým a americkým zlatem – a to ať již chemický rozdíl (tzn. ryzost zlata), tak rozdílný zájem především investorů, z jaké lokality chtějí zlato vlastnit. Dalším rozdílem je samotné zpracování zlata. Průmyslové zlato je často prodáváno dál v minimálně upraveném stavu do sléváren, kde je dále upravováno dle představ podniků. Investiční zlato je nejčastěji nabízeno ve formě mincí či slitků. Známé jsou též zlaté cihly – ty jsou vzhledem k vysoké ceně určeny spíše pro centrální banky. Samotnou kapitolou je pak zlato určené pro šperkařský průmysl. Zájemců jsou tedy spousty. Zlato je nabízeno pomocí futures kontraktů a obchodují se tzv. kontraktní měsíce dodání. Například v současné době (první polovina roku 2015) je možné obchodovat kontrakty s měsícem dodání květen, červen, červenec, srpen, říjen a prosinec 2015 a únor, duben a červen 2016. Nicméně počáteční cena (která bude ihned po začátku obchodování změněna) je určena i pro dodávku zlata pro prosinec 2020. Tyto kontrakty jsou obchodovány najednou a většinou je každý za jinou cenu. Jedinou možností jak určit skutečně tržní cenu zlata, je tak vzít jakousi průměrnou cenu v každém daném okamžiku, nicméně pro běžného uživatele je dání dohromady takového množství dat téměř nemožné – ceny se mění minimálně každou minutou, u každého kontraktu jinak, a to 24 hodin denně. Jak však bylo zmíněno, zlato je pro naši společnost silně sledovaným kovem a tak vznikla poptávka po instituci, která by sledovala a ideálně i nabízela zlato globálně. Tato poptávka byla uspokojena roku 1987 vznikem London Bullion Market Association (LBMA), která byla vytvořena londýnskou centrální bankou. Ta se brzy stala uznávanou autoritou v této oblasti a jí stanovená cena zlata je obecně brána jako cena nejpřesnější. Nejedná se nicméně o cenu zcela tržní, protože je určována podobným způsobem jako například Prague Interbank Offered Rate (PRIBOR), což je vzhledem ke globálnosti a množství zlata přístup značně institucionální.

1.7 Zkoumaná data

Měny, na které se zaměříme, budou euro, britská libra a švýcarský frank. Všechny měny budou stejně jako zlato vyjádřeny v amerických dolarech, abychom mohli jednotlivé instrumenty porovnávat. Historická data, která zkoumáme, jsou od 1. 1. 1990. Euro se ve fyzické valutové podobě začalo používat až od roku 2002, v devizové podobě od roku 1999. Nicméně již předtím existovala tzv. Evropská měnová jednotka (ECU), jejíž cena byla tvořena košem měn jednotlivých zemí, které byly součástí Evropských společenství. Euro poté z ECU vzniklo 1. ledna 1999 přepočtem $1 \text{ ECU} = 1 \text{ EUR}$ a proto v této práci označujeme jako Euro měnu již od roku 1990.

V textu i v příložených obrázcích budeme často používat pro zjednodušení zkratky, kde jako USD bude označen americký dolar (United States dollar), CHF znamená švýcarský frank (Schweizer Franken), EUR pak značí euro a zlato bude označeno jako AU (jeho chemická značka od latinského Aurum).

Mluvíme-li v textu o ceně měny, je tím vždy myšlena cena v dolarech, tedy například cena eura značí hodnotu měnového páru EUR/USD. Podobně i vyjádřením cena zlata myslíme tržní hodnotu jedné trojské unce zlata v dolarech.

Kapitola 2

Metody analýzy

2.1 Časové řady

Analýza časových řad je jednou z nejpoužívanějších statistických metod při zkoumání historických ekonomických dat. Obecně lze za časovou řadu považovat posloupnost určitých hodnot, naměřených za nějaký časový úsek. Takovou řadou pak mohou být data o množství denních obchodů na komoditním trhu, různá technická měření získávaná vhodnou metodou (například přesnost výrobků, množství radiačního záření, těkavost látky), měsíční průměrná venkovní teplota, ale i subjektivní denní zápis do soukromého deníčku o tom, jak se daný den pisateli líbil. Cílem analýzy těchto údajů je určení vhodného přístupu, jak na data nahlížet a případně nalezení způsobu, jakým byla tato data vytvářena. Pomocí analýzy časových řad je možné v datech nalézt takové informace, které by člověk, při byť i podrobném studování, nebyl schopen odhalit, používal-li by jen svých pozorovacích schopností. Existují různé druhy analýzy časových řad, které lze dělit podle mnoha klíčů (často autor od autora rozdílných), hlavním rozdílem však zůstává rozdílnost druhu informací, které daná metoda z dat využívá. Data jsou samozřejmě vždy jen jedna, nicméně na vztah mezi nimi se lze dívat mnoha způsoby.

Nejvhodnějším způsobem, jak se na začátku na data podívat, je promítnout si je graficky. Z pouhých údajů v tabulce dokáže nějakou zprávu vyčíst jen matematici v kriminalistických seriálech, zatímco pohled na graf často dokáže nabídnout kvalitní informaci i naprostým laikům. Vezměme si třeba ten nejjednodušší a zároveň i nejintuitivnější způsob,

jak nad danými daty provést nějakou analýzu – vyrovnání časové řady trendovou křivkou. Ukážete-li na krátký okamžik někomu obrázek akcií americké společnosti Apple mezi lety 2009 a 2012 (Obrázek 2.1) a poté ho požádáte, aby Vám data jednak verbálně a jednak ale-



Obrázek 2.1: Akcie Apple, 1-1-2009 až 17-10-2012, Zdroj [15]

spoň přibližně i graficky popsal, jistě odpoví „Akcie převážně rostly” a pokusí se načrtnout křivku podobnou rostoucí přímce. Nepokusí se graf zcela podrobně překreslit, vynechá či alespoň zjmenuje různá kolísání a jeho či její hlavní snahou bude zachytit trend – je-li z daného grafu patrný. Tento intuitivní postup není tak přesný jako matematický popis trendu, nicméně i zkušený statistik data zhodnotí nejdříve tímto způsobem a až poté volí sofistikovanější metody. Metod, které můžeme využít, je mnoho, a tak je tato předběžná analýza nezbytná. To, co dokáže takřka jakýkoliv člověk od ruky a přibližně každý, dokážeme pomocí matematiky nejen přesněji, ale můžeme navíc obdržet informace, které bychom subjektivní grafickou metodou získat nemohly. Pojdme se podívat na používané nástroje.

2.2 Zavedení používaných metod

V této části si zadefinujeme matematické metody, které využijeme během naší analýzy. Budeme převážně čerpat z literatury [1].

2.2.1 Aritmetický průměr

V analýze několikrát využijeme běžného aritmetického průměru. Pomocí něho se budeme schopni podívat na rozsáhlou sadu dat jediným údajem. Tento pohled je samozřejmě zjednodušený a nemusí dobře vypovídat o struktuře dat. Aritmetický průměr může být ovlivněn odlehlými pozorováními, kvůli kterým vypočtená hodnota nemusí dobře reprezentovat vzorek dat. Pro nás však v naší analýze nebude tato statistika stěžejní.

Aritmetický průměr označíme jako \bar{x} a platí:

$$\bar{x} = \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n}$$
$$\bar{x} = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n x_i$$

Důležitou vlastností aritmetického průměru je, že součet rozdílů sledovaných hodnot od aritmetického průměru je vždy roven nule. Tato vlastnost plyne přímo z definice.

$$\begin{aligned}\bar{x} &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} \\ 0 &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n}{n} - \bar{x} \\ 0 &= \frac{x_1 + x_2 + x_3 + \dots + x_n - n\bar{x}}{n} \\ 0 &= \frac{(x_1 - \bar{x}) + (x_2 - \bar{x}) + (x_3 - \bar{x}) + \dots + (x_n - \bar{x})}{n} \\ 0 &= (x_1 - \bar{x}) + (x_2 - \bar{x}) + (x_3 - \bar{x}) + \dots + (x_n - \bar{x}) \\ \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x}) &= 0\end{aligned}$$

V průběhu výpočtů se setkáme s aritmetickým průměrem především v příložených tabulkách, kde bude označen anglickým názvem *mean*.

2.2.2 Rozptyl

V analýze budeme používat různé statistiky, jejichž důležitou součástí je mnohdy rozptyl. Rozptyl udává, jak moc jsou hodnoty ve zkoumaném souboru dat rozptýleny. Značí se S^2 nebo $\text{var}(X)$ (je též nazýván jako variance).

Vypočítat výběrový rozptyl není obtížné. Stačí nám soubor dat, z kterého vypočítáme aritmetický průměr, který k výpočtu potřebujeme.

$$S^2 = \text{var}(X) = \frac{1}{n-1}((x_1 - \bar{x})^2 + (x_2 - \bar{x})^2 + \dots + (x_n - \bar{x})^2)$$

$$\text{var}(X) = \frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2$$

Problémem rozptylu je jeho interpretace, resp. vztah ke zkoumanému souboru dat. Rozptyl je možné porovnávat s jinými rozptyly a to způsobem větší/menší, nicméně některé vlastnosti jej činí nevhodným. Proto je vhodné zavést směrodatnou odchylku.

2.2.3 Směrodatná odchylka

Výběrovou směrodatnou odchylku značíme S a vypočítá se jako druhá odmocnina z rozptylu. Tato statistika má již stejný rozměr jako soubor zadaných dat. Zkoumáme-li tak například hmotnost v kilogramech a zjistíme-li směrodatnou odchylku, můžeme tento výsledek interpretovat jako průměrnou vzdálenost od průměru, tedy například data se navzájem průměrně liší o 2 kg.

$$S = \sqrt{\text{var}(X)}$$

$$S = \sqrt{\frac{1}{n-1} \sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2}$$

V analýze bude směrodatná odchylka v tabulkách označena jako **sd** nebo **std** z anglického standard deviation.

2.2.4 Korelační koeficient a matice

Korelační koeficient udává míru lineární závislosti dvou veličin, které jsou ve vzájemném vztahu (korelují). Označme jej jako r a platí:

$$r = \frac{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})(y_i - \bar{y})}{\sqrt{\sum_{i=1}^n (x_i - \bar{x})^2 \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2}}$$

Platí představa, že r je blízké nule, pokud jsou veličiny x_i a y_i nezávislé. Dále platí, že $r = 1$ právě tehdy, je-li $y_i = a + bx_i$, pro $b > 0$, kdy říkáme, že hodnoty nabývají perfektní (kladný) lineární vztah neboli kladné korelace, kdy obě proměnné rostou ve stejném poměru. Obdobně též platí, že $r = -1$ právě tehdy, platí-li $y_i = a + bx_i$, když $b < 0$, kdy říkáme, že hodnoty mají perfektní (záporný) lineární vztah neboli zápornou korelaci, kdy obě proměnné klesají ve stejném poměru.

V případě, že nás zajímá najednou korelace mezi více dvojicemi proměnných, je praktické využít tzv. korelační matici. Jedná se o zápis zjištěných korelací mezi jednotlivými dvojicemi proměnných, který je zobrazen v symetrické matici s prvky na hlavní diagonále (korelace mezi touž proměnou) rovny jedné. Příkladem korelační matice je tabulka 3.2.

2.2.5 Výnosy

V naší analýze z důvodů uvedených níže využijeme výnosů mezi dvojicí následujících dat. Označme λ_t jako výnos v čase t a p_t jako cenu v čase t :

$$\lambda_t = \frac{p_t - p_{t-1}}{p_{t-1}} \quad (2.1)$$

Kapitola 3

Analýza

3.1 Vstupní data

Přikročíme k samotné analýze dat. Datová analýza stejně jako grafické výstupy (tabulky a grafy) jsou vytvořeny v programovacím jazyku Python. V analýze využijeme dříve definovaných statistik. Naším cílem je zjistit vztah mezi cenou zlata a měn, kdy každý další krok bude vycházet z doposud zjištěných vztahů a z míry jejich významnosti. Data přehledně načtíme do tabulky.

Date	AU	GBP	EUR	CHF
01.11.1989	394.361	1.57495	1.12430	0.62800
01.12.1989	409.655	1.59650	1.17005	0.64905
01.01.1990	410.118	1.64580	1.19465	0.66515
01.02.1990	416.543	1.69485	1.21585	0.66645
01.03.1990	393.661	1.63415	1.15010	0.66715

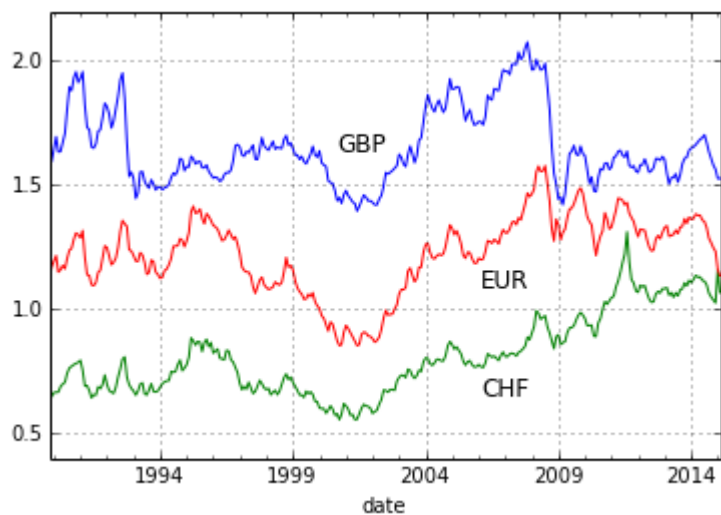
Tabulka 3.1: Tabulka prvních pěti zaznamenaných hodnot cen zlata a zkoumaných měn

Nyní pro lepší přehlednost zobrazme data graficky. Bohužel, rozdíl mezi hodnotou zlata a jednotlivými měnami je příliš veliký. Zatímco měny se pohybují v pásu mezi 0,5 až 2 USD za jednotlivou měnu, cena zlata je například v průběhu roku 2012 kolem 1650 USD za unci zlata. Z tohoto důvodu není možné zobrazit data v jednom grafu. Nabízí se možnost použít dvě různé osy y . Například levou osu y pro cenu zlata a pravou osu pro cenu měn. Tento

způsob zobrazení však může být značně zavádějící, resp. může říkat to, co autor chce, aby bylo řečeno. Problém veliké rozdílnosti cen vyřešíme za okamžik, prozatím se spokojíme se zobrazením dat ve dvou grafech (obrázek 3.1 a obrázek 3.2)



Obrázek 3.1: Cena zlata v dolarech mezi lety 1990 a 2014



Obrázek 3.2: Ceny jednotlivých měn v tomtéž období

Z grafů můžeme vyčíst podobný vývoj měn v určitých obdobích. Za zmínku jistě stojí veliký propad ceny britské libry a eura v druhé polovině roku 2008. Cena se mezi červnem

a listopadem tohoto roku v obou případech propadla o zhruba 20 %. U švýcarského franku došlo k poklesu okolo 12 %. Zlato se z počátku zachovalo podobně, nicméně jak je z grafu patrné, posléze následovalo období vytrvalého růstu, během kterého svou hodnotu téměř ztrojnásobilo. Tento vývoj není překvapivý. Zlato je považováno za tzv. bezpečný přístav. V krizových obdobích funguje jako investiční instrument, do kterého jsou převáděny peníze z jiných trhů, jako například z trhů akciových. Ukažme si to na příkladě. V grafu (Obrázek 3.3) je zobrazen vývoj indexu S&P 500, který je považován za jeden ze symbolů akciového trhu. Je složen z akcií 500 velkých firem obchodovaných na burzách v USA. Můžeme zde vidět, že v období hospodářské krize se vydal zcela opačným směrem než zlato – došlo k propadu o 50 % (hodnota v únoru 2009 byla 735.9)



Obrázek 3.3: S&P500. V grafu je zvýrazněn listopad roku 2008. Zdroj Yahoo Finance.

Nás však zajímá vztah zlata a měn. Z grafů tento vztah můžeme zkoumat jen obtížně, nicméně korelační koeficient nám prozradí informaci více. Pro lepší přehlednost a více informací použijeme korelační matici (Tabulka 3.2).

	AU	GBP	EUR	CHF
AU	1	-0.043108	0.567630	0.918115
GBP	-0.043108	1	0.473809	0.122014
EUR	0.567630	0.473809	1	0.760821
CHF	0.918115	0.122014	0.760821	1

Tabulka 3.2: Korelační matice

Pro nás asi nejzajímavějším údajem je velice vysoká korelace 0.918 mezi zlatem a švýcarským frankem. Na druhé straně britská libra se zlatem zdá se ve sledovaném období lineární závislost nemá. Můžeme se podívat i na vztahy mezi jednotlivými měnami, například korelace mezi eurem a švýcarským frankem je také značná.

Předtím, než budeme dále interpretovat zjištěné korelace, otestujme, zda existuje statisticky významná závislost mezi proměnnými. Provedme test nulovosti korelačních koeficientů na hladině významnosti 5 %. Naší nulovou hypotézou je, že platí $H_0 : \rho = 0$ a hypotézou alternativní $H_A : \rho \neq 0$, kde ρ značí teoretický korelační koeficient.

Nalezené p-hodnoty zobrazme v tabulce 3.3.

	AU	GBP	EUR	CHF
AU		0.453	0	0
GBP	0.453		0	0.0327
EUR	0	0		0
CHF	0	0.0327	0	

Tabulka 3.3: P-hodnoty

Kromě vztahu zlata a libry jsou proměnné závislé.

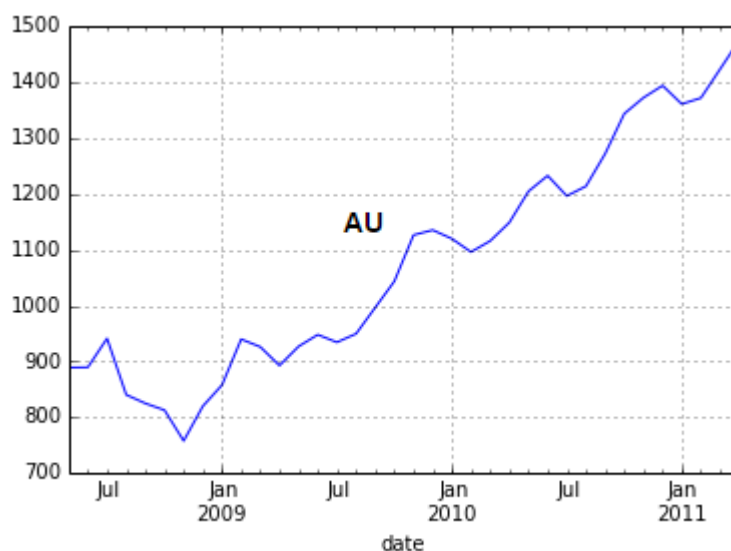
Z doposud zjištěných údajů učinme hypotézu, že se hodnota zlata a švýcarského franku v čase vyvíjejí podobně. Tomuto faktu nahrává i fundamentální analýza. Švýcarsko a zlato má k sobě blízký vztah – je největším zpracovatelem zlata na světě (v roce 2013 bylo celosvětově vytěženo 2800 tun zlata, v témže roce Švýcarsko importovalo 3080 tun a samo vyprodukovalo méně než jednu tunu). Historicky si švýcarská národní banka držela jednu z nejvyšších zlatých rezerv. Až do konce roku 1999 to bylo 40 % celkových aktiv banky. V roce 2014 ve Švýcarsku proběhlo neúspěšné referendum, jehož předmětem bylo znovuoobnovení držby zlata švýcarskou centrální bankou ve výši 20 %. Nicméně jedná se však pouze o teoretické vazby mezi frankem a zlatem, tyto skutečnosti nemusí mít žádný ekonomický vliv na jejich vztah.

Jak jsme již zmínili, cena zlata v krizových dobách roste. Takové období lze z ekonomického hlediska považovat za specifické. Ve světě a tedy i na trzích panuje zmatek, většina

standardních ekonomických zákonitostí nefunguje a daleko větší úloha je dána náhodě. Existuje-li tedy nějaké období, které můžeme pro naši analýzu označit jako zajímavé, je to právě toto. Pokud se někdo domnívá, že v obdobích ekonomické stability může být vývoj trhů řízen jinými principy, než principy volného trhu, tak krizová doba, kdy panuje chaos a každý se především pere o svůj majetek, je čas, kdy se takových problémů obávat nemusíme. Zjistíme tedy korelace za období mezi květnem 2008 a dubnem 2011 a opět je vložíme do korelační matice.

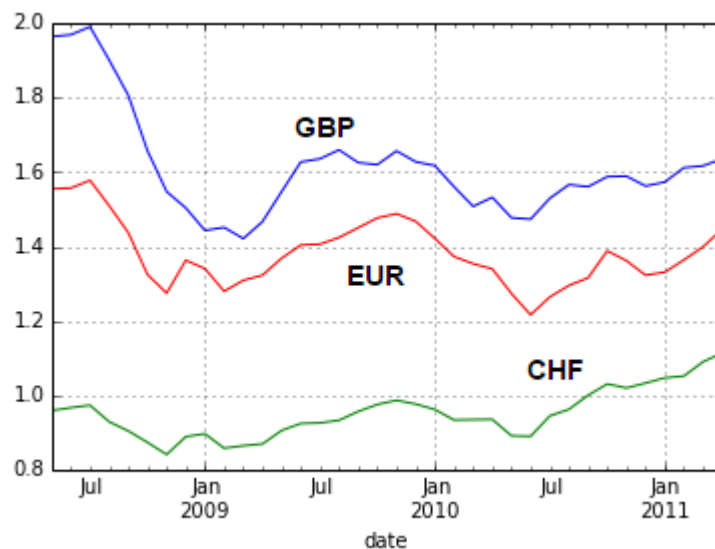
	AU	GBP	EUR	CHF
AU	1	-0.244953	-0.215998	0.804143
GBP	-0.244953	1	0.849928	0.236830
EUR	-0.215998	0.849928	1	0.326978
CHF	0.804143	0.236830	0.326978	1

Tabulka 3.4: Korelační matice v krizovém období



Obrázek 3.4: Zlato v krizovém období.

Zatímco libra s eurem jsou se zlatem slabě negativně korelované, je vývoj ceny franku a zlata velice podobný, což potvrzuje naši hypotézu. Tedy dokonce i v období ekonomických nesnází, kdy je trh značně volatilní a situace nejistá, si zlato a frank drží blízký vztah.



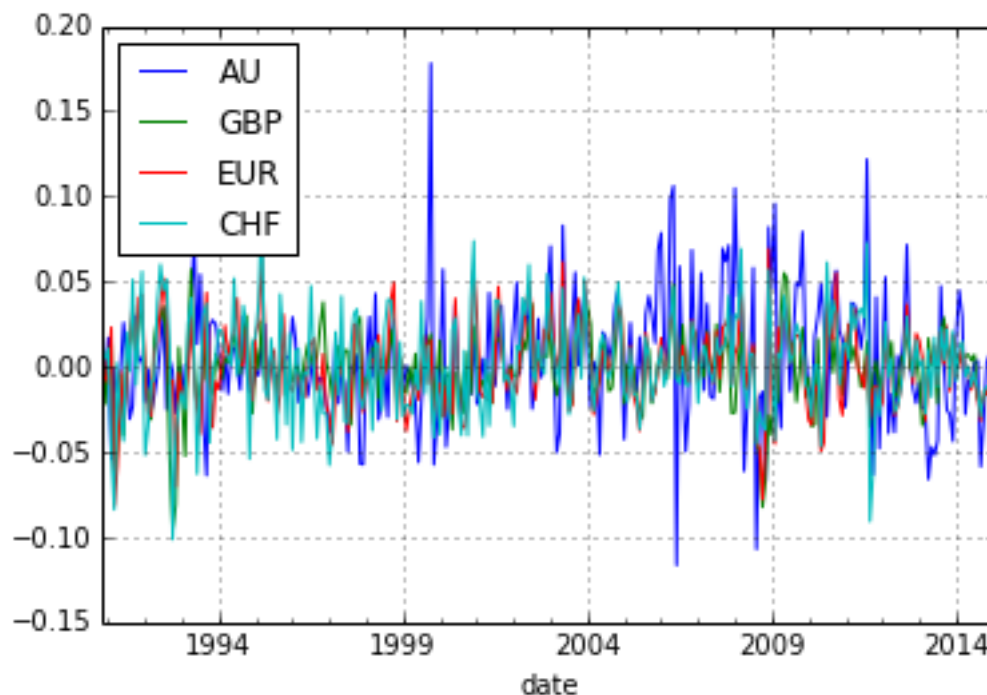
Obrázek 3.5: Měny v krizovém období.

3.2 Zavedení výnosů

Pokusme se nyní odstranit problém s příliš velikou odlišností vstupních dat. Doposud nám tato obtíž nebránila v analýze, nicméně pro další pokračování je vhodné převést data způsobem, který nám lépe pomůže je navzájem porovnávat. Nejde jen o lepší pohled čistě matematický. Převod nám umožní se na data podívat lépe i zcela praktickým způsobem a to například pomocí grafů, tedy pouhým pohledem. V našem případě se zdá být jako nejvhodnější přistoupit k použití výnosů, viz vzorec (2.1). Jak uvidíme za okamžik, data tak získají podobný rámeček, získáme čtyři nové časové řady, z dat odstraníme trend a sblížíme úroveň, v jaké se ceny pohybují.

Získaná data si graficky zobrazme (Obrázek 3.6). Jedná se o měsíční výnosy.

Graf se může zdát být nepřehledný, nicméně pro nás není důležité, abychom byli schopni sledovat každou křivku odděleně, pro nás je důležité zjištění, že měsíční výnosy všech zkoumaných obchodovatelných instrumentů se drží okolo nuly. Nejvyšší volatilitu má jednoznačně zlato. Mezi krizovým a předcházejícím stabilním obdobím vidíme značný rozdíl v rozsahu, v jakém se výnosy pohybují. V krizovém období byla aktivita na trzích několikanásobně vyšší, než o několik let dříve. Pokusme se odstranit krátkodobé výkyvy zkoumáním výnosů na delších časových rámcích.

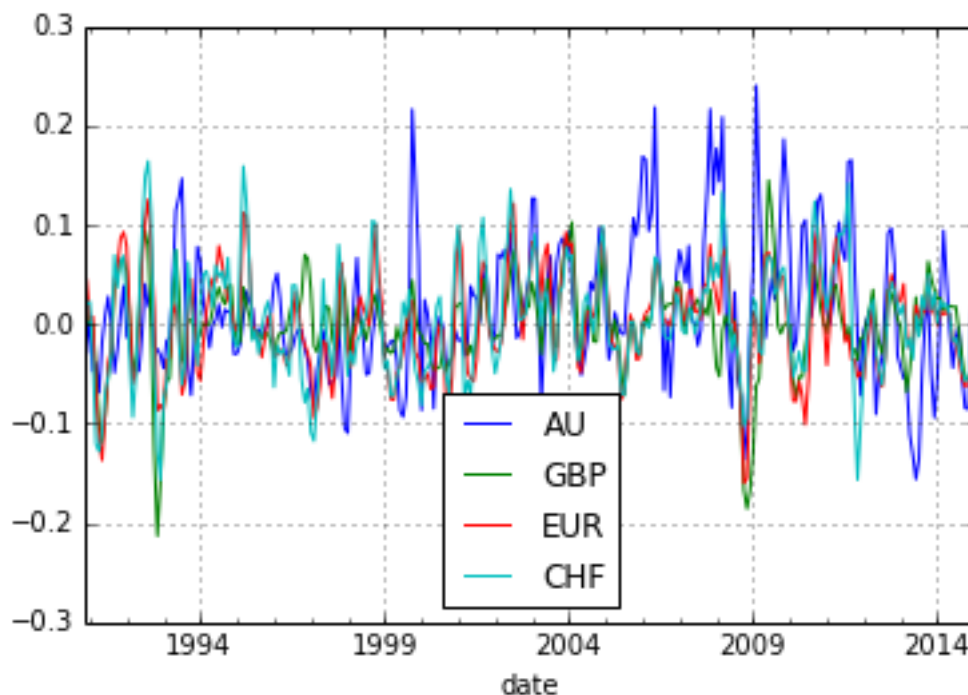


Obrázek 3.6: Měsíční výnosy zlata a měn

S delšími časovými úseky (Obrázky 3.7, 3.8 a 3.9) získáváme méně rapidních krátkodobých změn a více po delší dobu trendujících pohybů (nejpatrnější je tento fakt u ročních výnosů). Ze všech zkoumaných proměnných nejvíce vystupuje opět zlato, které si dokázalo po poměrně dlouhé období držet stabilní a vysoké výnosy (mezi lety 2005–2009 a 2010–2013), ale zažilo i období dlouhých ztrát (například v druhé polovině 90. let a po roce 2013).

Co je však nejdůležitější, podařilo se nám převést zkoumaná data do podoby, v které jsou navzájem dobře porovnatelná. Tento fakt je patrný již z grafů vývoje cen, pojdme se však ještě ujistit porovnáním dvou histogramů – na prvním (Obrázek 3.10) uvádíme zastoupení hodnot cen zlata mezi lety 1991–2001. Na druhém histogramu (Obrázek 3.11) je pak zobrazeno rozložení čtvrtletních výnosů.

Podobné ceny zlata jako na prvním histogramu bychom dostali i na dalších sledovaných obdobích. Jak můžeme vidět, distribuce výnosů je daleko použitelnějším vyjádřením zkoumaných dat, než tržní cena. Pokročme o něco dále. Uvedené grafy nám mohou pomoci k vytvoření si lepšího obrazu o tom, jaká data zkoumáme a proč je vhodné je převést



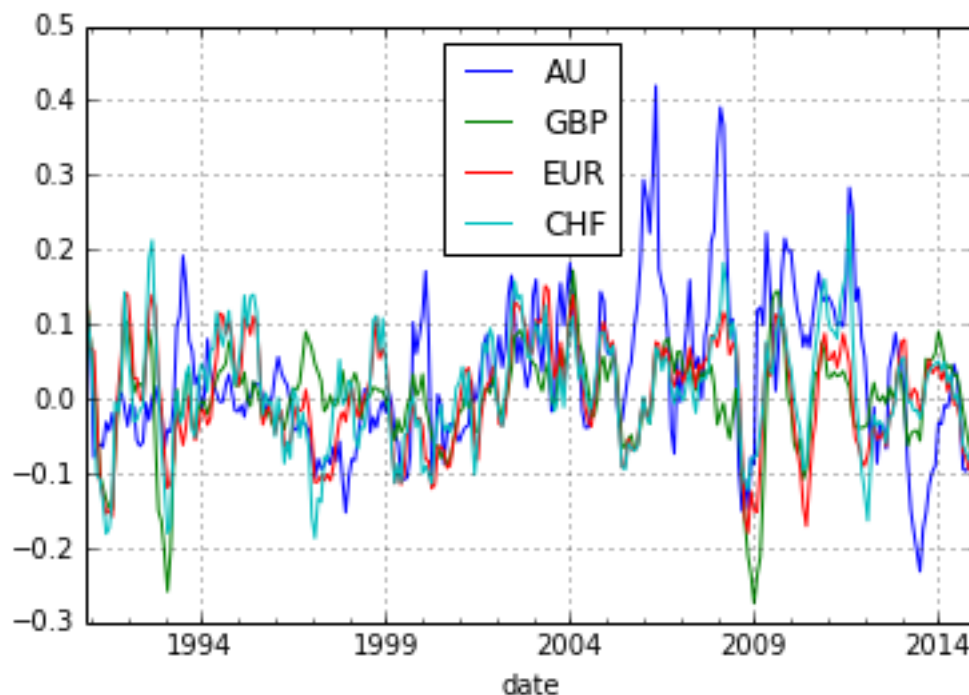
Obrázek 3.7: Čtvrtletní výnosy zlata a měn.

na výnosy. Nicméně samotná analýza vychází samozřejmě z konkrétních čísel. Zobrazení mnoha sloupců by nám příliš neřeklo, podívejme se tedy na data pomocí vybraných statistik a zobrazme si je v tabulkách. Měsíční výnosy najdeme v tabulce 3.5.

	AU	GBP	EUR	CHF
mean	0.004620	-0.000569	-0.000114	0.001540
std	0.036369	0.021562	0.024531	0.030115
min	-0.116541	-0.095058	-0.081619	-0.101348
25%	-0.016417	-0.012543	-0.014833	-0.015585
50%	0.001148	0.00278	-0.001338	0.000830
75%	0.024893	0.012105	0.015933	0.020136
max	0.178062	0.057273	0.069168	0.130666

Tabulka 3.5: Statistika měsíčních výnosů

Vypočítané hodnoty v kombinaci s grafy jsou pro nás informací, že se nám skutečně podařilo převést původní, značně trendující a od sebe navzájem vzdálená data, na data



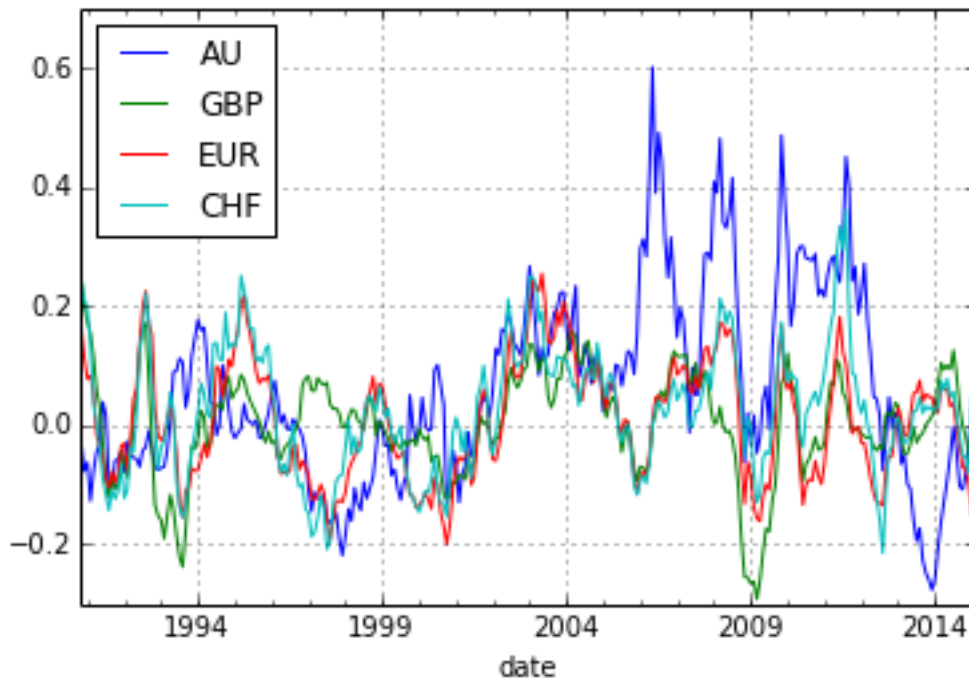
Obrázek 3.8: Půlroční výnosy zlata a měn.

srovnatelná se stálým průběhem.

Co lze očekávat od stejných statistik z delších časových období? Lze očekávat vyšší rozptyl mezi minimem a maximem a tedy i vyšší hodnoty směrodatných odchylek. Jaká bude průměrná hodnota výnosů je však obtížné odhadnout. Pojd'me si zobrazit požadované tabulky 3.6, 3.7 a 3.8.

	AU	GBP	EUR	CHF
mean	0.014039	-0.001136	0.000636	0.005043
std	0.067209	0.044803	0.051052	0.055678
min	-0.156072	-0.213096	-0.160160	-0.156814
25%	-0.028577	-0.019822	-0.035656	-0.033128
50%	0.004112	0.000229	0.002110	0.004305
75%	0.047191	0.021037	0.035608	0.037581
max	0.240038	0.144631	0.125295	0.164045

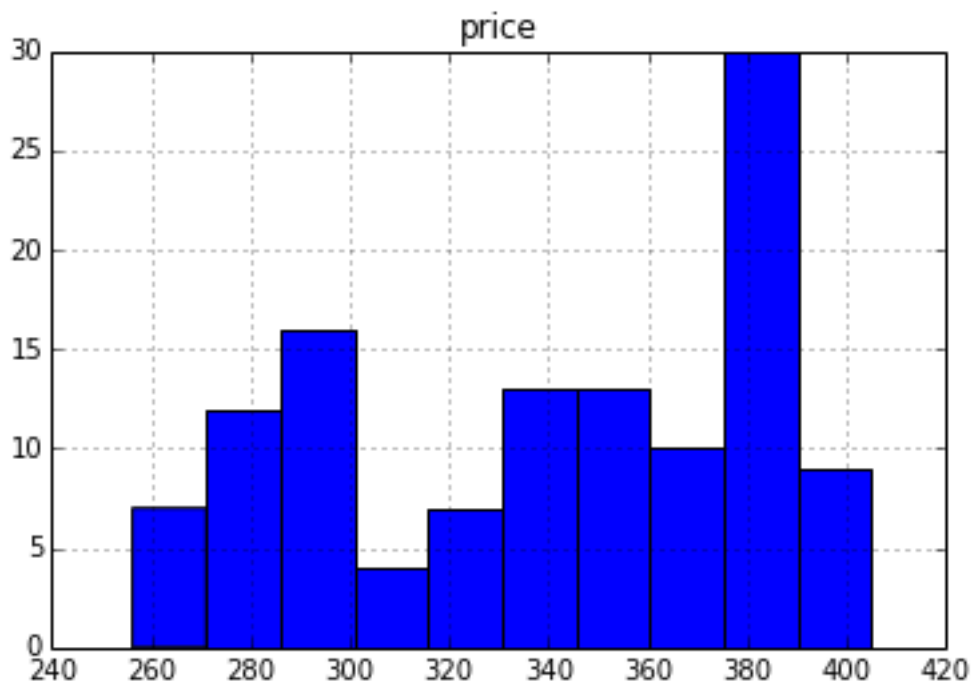
Tabulka 3.6: Statistika čtvrtletních výnosů



Obrázek 3.9: Roční výnosy zlata a měn.

	AU	GBP	EUR	CHF
mean	0.029080	-0.000559	0.002737	0.010374
std	0.100874	0.066753	0.072974	0.076445
min	-0.231797	-0.274623	-0.180021	-0.187057
25%	-0.038355	-0.031701	-0.050586	-0.038024
50%	0.011715	0.006103	0.005254	0.006665
75%	0.086885	0.037203	0.057677	0.062485
max	0.419791	0.172032	0.151372	0.246152

Tabulka 3.7: Statistiky půlročních výnosů



Obrázek 3.10: Ceny zlata mezi lety 1991 až 2001

	AU	GBP	EUR	CHF
mean	0.060671	0.001716	0.008197	0.023775
std	0.157872	0.087534	0.100589	0.104694
min	-0.276028	-0.291298	-0.199382	-0.214035
25%	-0.051214	-0.039934	-0.076255	-0.049152
50%	0.033486	0.003316	0.008114	0.024580
75%	0.160493	0.066661	0.080130	0.088090
max	0.600294	0.241944	0.254211	0.361532

Tabulka 3.8: Statistiky ročních výnosů

Nyní si blíže rozeberme vývoj jednotlivých statistik. Zajímavým údajem je vývoj průměrných výnosů (v tabulce pod anglickým názvem `mean`), konkrétně se zaměříme na zlato. Studování výnosů zlata nám nepomůže lépe pochopit jeho vztah se zkoumanými měnami, nicméně naším zájmem je i bližší seznámení se s tímto kovem a zamýšlením se nad ním jakožto alternativou k penězům a právě výnos peněz v podobě úroků je jedním



Obrázek 3.11: Čtvrtroční výnosy za sledované období

z nejdůležitějším atributů peněz jakožto prostředku směny a je považován za velice silný argument proti používání zlata jako platidla. Viz například [10].

3.3 Porovnání výnosů

Jak můžeme z tabulek vidět, roční výnos zlata je vyšší nežli výnos měsíční, což je vzhledem k tomu, že měsíční výnos je kladný, zcela pochopitelné. Roční výnos je tak akumulací měsíčních výnosů. V jakém vztahu však tyto dva výnosy jsou? Vyzkoušejme, zda se nejedná o jednoduché lineární úročení.

$$S = P \cdot (1 + i \cdot n)$$

Kde S značí splatnou částku, P částku investovanou, i úrokovou míru a n počet období. Vzhledem k tomu, že nás zajímá pouze výnos, stanovme investovanou částku jako 1

dolar.

$$S_1 = 1 \cdot (1 + 0.004620 \cdot 12)$$

$$S_1 = 1.05544$$

Při průměrném měsíčním zhodnocení 0.462 % bychom po dvanácti měsících dosáhli celkového výnosu ve výši 5.5 %. Tato částka je odlišná od průměrného ročního zhodnocení zlata, která je 6.06 %.

Jak veliký by musel být měsíční výnos, abychom po 12 měsících dosáhli vypočítaného ročního výnosu?

$$1.060671 = 1 \cdot (1 + i_1 \cdot 12)$$

$$i_1 = 0.00505592$$

Průměrný měsíční výnos by musel být 0.51 %. Pojďme zkusit složené úročení. Tedy předpokládejme, že do částky, z které se vypočítává úrok, se berou i předchozí zhodnocení.

$$S = P \cdot (1 + i \cdot)^n$$

$$S_2 = 1 \cdot (1 + 0.004620)^{12}$$

$$S_2 = 1.05687$$

Zhodnocení v tomto případě vychází pochopitelně vyšší, než zhodnocení jednoduchým úročením, nicméně stále nedosahuje výše zjištěného ročního. Pokud bychom však zkoumali zhodnocení za dobu delší, než jeden rok, musí být roční (lineární) zhodnocení časem dostihnuto měsíčním složeným.

3.4 Směrodatné odchylky

Nyní se tedy vraťme k našemu tématu. Pomohou nám některá výše uvedená data v tabulkách k lepšímu pochopení vztahu mezi vývojem ceny zlata a zkoumaných měn? Zaměřme svou pozornost na směrodatné odchylky (v tabulkách uvedeny jako std od anglického standard deviation). Pro vyšší přehlednost si je zobrazme v jedné tabulce.

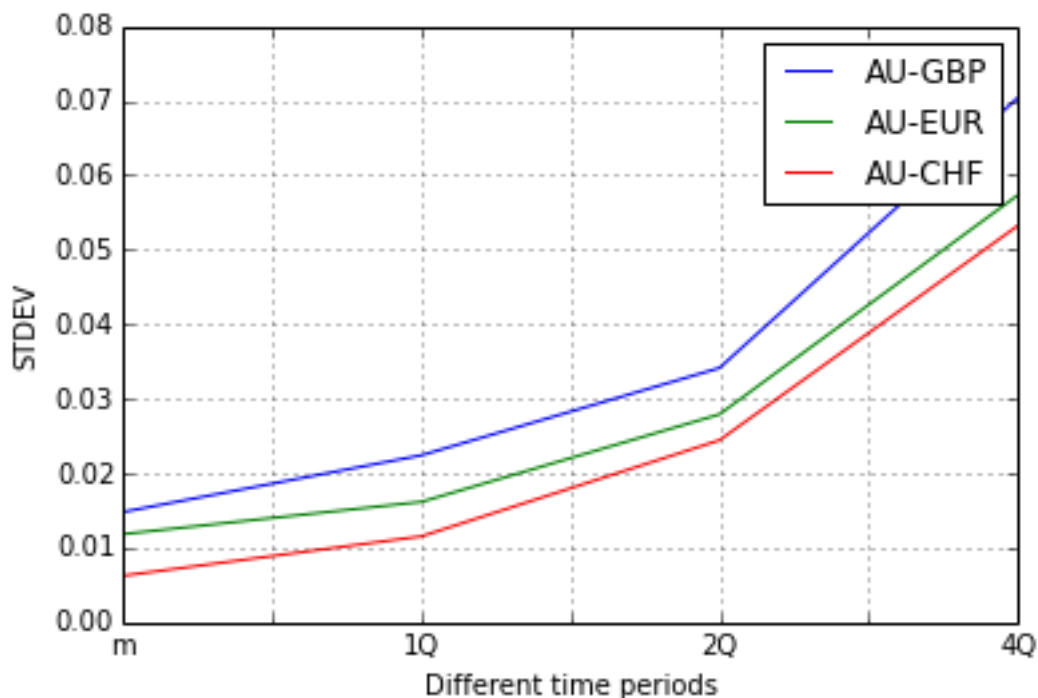
	m	1Q	2Q	4Q
AU	0.036369	0.067209	0.100874	0.157872
GBP	0.021562	0.044803	0.066753	0.087534
EUR	0.024531	0.051052	0.072974	0.100589
CHF	0.030115	0.055678	0.076445	0.104694

Tabulka 3.9: Směrodatné odchyly u měsíčních (m), čtvrtletních (1Q), půlročních (2Q) a ročních (4Q) výnosů.

Jak vidíme, nejvyšších hodnot dosahuje vždy zlato. Na tomto místě je dobré připomenout, že stále pracujeme s výnosy, nikoliv s absolutními cenami, což znamená, že poměrování těchto údajů mezi sebou má informační hodnotu. Směrodatná odchylnka nám udává, do jaké míry jsou si hodnoty v rámci datového souboru podobné. Vyšší hodnota značí nižší podobnost, resp. vyšší odlišnost. Zlato je tedy ze všech čtyř zkoumaných proměnných nejvíce nestálé, často mění svou hodnotu i o značně výrazné hodnoty. Ve všech čtyřech případech směrodatná odchylnka při delších časových rámcích dosahuje vyšších hodnot nežli v případech předchozích. Směrodatná odchylnka je absolutním číslem, pokud by nás zajímalo vyjádření relativní, tedy zda jsou vypočítané hodnoty vzhledem k průměru vysoké či nikoliv, použili bychom variační koeficient. Hodnoty variačních koeficientů pro jednotlivé měny a časová období však dosahují jednotek tisíc procent, proto je zde neuvádíme a spokojíme se pouze s tvrzením, že proměnlivost výnosů u zkoumaných proměnných je skutečně značná.

Trend vývoje směrodatných odchylek je tedy znám. Toto zjištění nás jistě vzhledem k dosavadnímu průběhu analýzy nepřekvapí. Hypotézu přibližně popisující tento stav bychom byli schopni stanovit na základě vypočítaných hodnot v kombinaci s grafy. Pokusme se nyní této skutečnosti využít pro další porovnání vztahu zlata a daných měn. Jako nejvhodnější postup se zdá být zkoumání vzdálenosti hodnot směrodatných odchylek zlata a jednotlivých měn. Zjistíme je jednoduchým rozdílem pro jednotlivá časová období a pro lepší přehlednost je zobrazíme graficky (Obrázek 3.12).

U všech sledovaných měn vidíme podobný vývoj. V prvních třech obdobích (měsíční, čtvrtletní a půlroční výnosy) jsou změny téměř identické. AU-CHF znázorňuje rozdíl



Obrázek 3.12: Rozdíly směrodatných odchylek zlata a zkoumaných měn v různých časových obdobích

směrodatných odchylek zlata a směrodatných odchylek franku a jak je patrné, tyto rozdíly jsou ze všech měn nejnižší. Nejedná se o tak výrazný rozdíl oproti ostatním měnám, jako tomu bylo například u korelačních koeficientů, nicméně je to opět švýcarský frank, který je ke zlatu nejbliže.

3.5 Náhodná procházka

V poslední části naší analýzy budeme testovat, zda vývoj ceny zlata odpovídá hypotéze náhodné procházky. Budeme tedy zjišťovat, zda existuje nějaký klíč, skrytý v cenách minulých, podle kterého je možné stanovit cenu současnou a především budoucí. Tento model je velkým tématem v diskuzích ohledně analýz trhů. Tzv. technická analýza je způsob analyzování historických tržních dat pomocí vhodných nástrojů, jejímž účelem je stanovení budoucí ceny s dostatečně vysokou pravděpodobností. Používané nástroje vycházejí především ze statistických metod, které jsou různě upraveny pro potřeby analytiků. Jedná

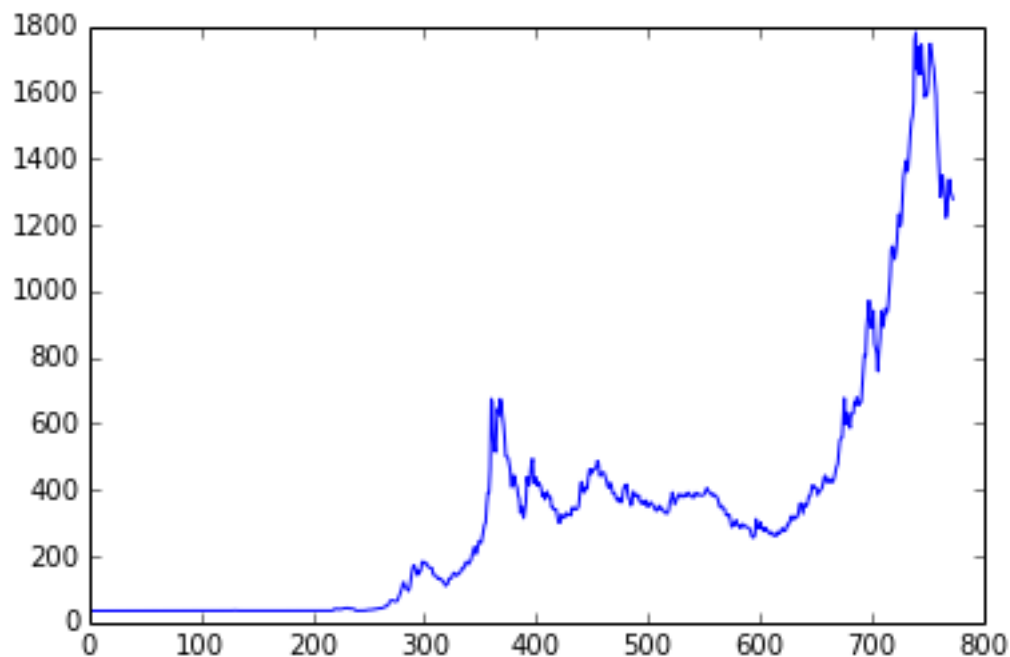
se o různé druhy klouzavých průměrů a regresí. Často je používáno více metod najednou a jejich propojením dohromady se tvoří různé investiční strategie. Jednou z nejobyčejnějších strategií je aplikace dvou klouzavých průměrů, jeden s delším intervalem, druhý s kratším. Signálem pro nákup či prodej pro investora je pak jejich protnutí. Dalšími metodami je například tvoření tzv. supportů a resistencí, tedy jakýchsi hodnot, přes které, když cena zkoumaného instrumentu projde, jedná se opět o signál pro vstup na trh. Podobných metod jsou doslova stovky, bylo o nich napsáno tisíce knih, článků a vědeckých prací. Důležitým faktorem pro úspěšnou aplikaci těchto strategií je však předpoklad, že informace obsažené v historických datech lze aplikovat na predikce budoucího vývoje trhu. Bez tohoto předpokladu je veškerá analýza historických cen zbytečná. Pokud je v každém okamžiku 50 % šance na růst akcie a 50 % na její pokles, není důležité, jakých hodnot akcie doposud dosahovala.

Americký profesor Burton Gordon Malkiel, známý především jako autor knihy *Náhodná procházka po Wall Street*, provedl se svými studenty na Princetonské univerzitě pokus. Na počátku jim daroval smyšlenou akcii v počáteční hodnotě padesáti dolarů. Poté se předpokládalo, že akcie se každý den volně pohybuje a o tom, zda na konci dne její hodnota bude vyšší či nižší než na konci dne předcházejícího, rozhodl hodem mince. Vývoj akcie tak byl zcela náhodný, na předchozích hodnotách nezávislý a se stejnou pravděpodobností pro růst či pokles. Po nasbírání dostatečného množství dat vzal profesor údaje k tržnímu analytikovi a požádal ho, aby mu sdělil své obchodní doporučení. Doporučení znělo, že vzhledem k dosavadnímu vývoji a jednoznačnému trendu mu doporučuje ihned danou akcii nakoupit. Jak je tedy patrné, diskuze o náhodnosti vývoje trhu, případně existence náhodné procházky, není jen akademickou debatou, ale má zcela praktický vliv na finanční toky investic.

Náhodná procházka je definována jako

$$Y_t = Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

kde Y_t je cena v čase t a ε_t je náhodný faktor s normální distribucí s nulovou střední hodnotou v čase t . Abychom mohli testovat hypotézu náhodné procházky, předpokládejme,



Obrázek 3.13: Zkoumaná data. Zlato

že platí vztah

$$Y_t = \alpha Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

kde chceme-li, aby se jednalo o náhodnou procházku, musí platit $\alpha = 1$. Z praktických důvodů (přednastavení výpočetních softwarů) si model upravíme na

$$Y_t = (1 + \beta_1)Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

To nás vede na

$$Y_t - Y_{t-1} = \beta_1 Y_{t-1} + \varepsilon_t$$

kde naší nulovou hypotézou bude $H_0 : \beta_1 = 0$ a hypotézou alternativní $H_A : \beta_1 \neq 0$. Hladinu významnosti vzhledem k množství dat stanovme 1 %.

Hledaná p-hodnota vychází 0.0297, což je v oboru přijetí. Nulovou hypotézu tak můžeme přijmout. Jedná se však o test pouze orientační, byl proveden za předpokladu stejné variability ε_t , nicméně podíváme-li se na strukturu zkoumaných dat, můžeme předpokládat, že hodnota ε_t se bude v průběhu času měnit (zvyšovat).

K obdobným výsledkům bychom dospěli i při testování švýcarského franku.

Kapitola 4

Závěr

Tato práce byla zaměřena na analýzu vývoje ceny zlata a zvolených světových měn. V úvodu bylo nezbytné uvést historická fakta o vývoji důležitosti zlata, jeho roli v peněžnictví, ale i v dalších oblastech naší společnosti, abychom si byli vědomi významu tohoto kovu. Jedná se bezesporu o jednu z nejdůležitějších komodit. Způsob, jakým, ať již v dobrém či ve zlém, dokázala ovlivnit životy mnoha lidí, je ohromující. Po dlouhá staletí bylo zlato symbolem bohatství a moci a tento vliv si u spousty lidí drží i dnes. V průběhu minulého století však byla role zlata v monetární oblasti oslabena. Naším úkolem bylo zjistit, zda vztah mezi zlatem a penězi přetrval. Zvolili jsme k tomuto účelu analýzu zaměřující se na zkoumání vztahu mezi změnami cen zlata a tří světových měn – eura, libry a franku. Cena všech tří měn je stejně jako u zlata určována především volným trhem (náhodnost generování cen jsme ověřili testem náhodné procházky) a tak jsme předpokládali, že případné nalezené vztahy bude možné brát jako potvrzení či vyvrácení hypotézy o tom, že vztah zlata a měn zůstal zachován. Díky zvoleným statistickým metodám jsme mohli určit přesnou sílu tohoto vztahu. Komoditní i devizové trhy jsou pod vlivem mnoha složitých procesů, které není nikdo schopen plně postihnout a pochopit, nicméně některá naše zjištění (především vztah zlata a švýcarského franku) odhalila natolik silné korelace, že je můžeme považovat za potvrzení naší hypotézy.

Z důvodů lepší práce s daty jsme ceny zkoumaných instrumentů převedli na výnosy. Díky tomu jsme mohli odhalit jejich ziskovost. Peníze v současné podobě podléhají znehodnocení z důvodu neustálého navyšování jejich objemu v ekonomice a dalších tržních

distorzí. Jak jsme zjistili, ani držba a spekulace na růst hodnoty cizích „větších“ měn nás před touto skutečností neochrání. Naproti tomu zlato za zkoumané období nabízelo roční výnos ve výši 6 %, což se blíží průměrnému zhodnocení firem, které jsou součástí indexu S&P500 [12]. Srovnáme-li dnes již starou kapitalistickou poučku z minulých století pro úspěšnou hospodářskou politiku státu, pevná měna a nízké daně, se současnou situací, která je spíše opačná, pochopíme, proč i dnes po mnoha letech existují hlasy volající po návratu zlatého standardu. Více viz [7].

Zatímco budoucnost zlata jakožto měny je vzhledem k vývoji fungování světových ekonomik málo pravděpodobná, jeho přetrvávající role v dalších oblastech je jistá. V textu jsme uvedli jeho průmyslové využití a zmínili jsme, že jeho spotřeba a těžba neustále roste. Přidáme-li k tomuto faktu skutečnosti, že zásoby zlata nejsou nekonečné, že má v mnoha asijských zemích historicky vysokou popularitu jakožto rodinný poklad a že náklady na jeho těžbu neustále rostou, lze se domnívat, že jeho cena i nadále poroste. Pro dlouhodobé investory, kterým nevadí vysoká volatilita, tak zlato nabízí zajímavou položku jejich portfolia.

Literatura

- [1] ANDĚL, Jiří. Statistické metody. Vyd. 3. Praha: Matfyzpress, 2003, 299 s. ISBN 80-86732-08-8.
- [2] ARLT, Josef a Markéta ARLTOVÁ. Ekonomické časové řady. Vyd. 1. Praha: Professional Publishing, 2009, 290 s. ISBN 9788086946856.
- [3] BERNSTEIN, Peter L. Dějiny zlata. Praha: Grada, c2004, 384 s. ISBN 80-247-0455-2.
- [4] Bible: Písmo svaté Starého a Nového zákona : (včetně deuterokanonických knih) : český ekumenický překlad. 13. vyd., (4. opr. vyd.). Přeložil Jindřich Mánek. Praha: Česká biblická společnost, 2007, 1387 s. ISBN 978-80-85810-55-4.
- [5] BOCKER, Hans J. Svoboda jménem zlato: vzpoura ve světě papírových peněz. 1. vyd. Praha: Austria Gold CZ, 2009, 147 s. ISBN 978-80-254-4979-0.
- [6] CIPRA, Tomáš. Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii. 1. vyd. Praha: Státní nakladatelství technické literatury, 1986, 246 s.
- [7] LEWIS, Nathan K. Zlato: minulé a pravé budoucí peníze. Hodkovičky [Praha]: Pragma, c2013, 402 s. ISBN 978-80-7349-385-1.
- [8] MALKIEL, Burton Gordon. Náhodná procházka po Wall Street: časem prověřená strategie úspěšného investování. Přeložil Petra Kudrnáčová. Praha: Pragma, c2012, 400 s. ISBN 978-80-7349-307-3.
- [9] NOHEJLOVÁ-PRÁTOVÁ, Emanuela. Základy numismatiky. 2. dopl. vyd. Praha: Academia, 1986, 336 s.

- [10] REVENDA, Zbyněk. Peníze a zlato. 2., aktualiz. vyd. Praha: Management Press, 2013, 269 s. ISBN 978-80-7261-260-4.
- [11] SOJKA, Milan a Bronislav KONEČNÝ. Malá encyklopedie moderní ekonomie. 6., aktualiz. vyd. Praha: Libri, 2006, 279 s. ISBN 80-7277-328-3.
- [12] Business Insider [online]. [cit. 1.4.2015]. Dostupné z:
<http://www.businessinsider.com/sector-profit-margins-sp-500-2012-8>
- [13] GOLDSHEET Mining Directory [online]. [cit. 1.4.2015]. Dostupné z:
<http://www.goldsheetlinks.com/production2.htm>
- [14] International Monetary Fund [online]. [cit. 1.4.2015] Dostupné z:
<https://www.imf.org/external/pubs/ft/wp/2009/wp09140.pdf>
- [15] Yahoo! Finance [online]. [cit. 1.4.2015] Dostupné z:
<http://finance.yahoo.com/echarts?s=%5Egspc+interactive>