



# VYSOKÉ UČENÍ TECHNICKÉ V BRNĚ

BRNO UNIVERSITY OF TECHNOLOGY

## FAKULTA PODNIKATELSKÁ

FACULTY OF BUSINESS AND MANAGEMENT

## ÚSTAV EKONOMIKY

INSTITUTE OF ECONOMICS

# ORGANIZOVANÉ TRHY S PRŮMYSLOVÝMI KOVY V DOBĚ FINANCIÁLIZACE KOMODITNÍCH TRHŮ

ORGANIZED INDUSTRIAL METAL MARKETS IN THE FINANCIALIZED  
COMMODITY MARKETS

## DIZERTAČNÍ PRÁCE

DOCTORAL THESIS

## AUTOR PRÁCE

AUTHOR

Ing. Kamil Smolík

## ŠKOLITEL

SUPERVISOR

prof. Ing. Oldřich Rejnuš, CSc.

BRNO 2016

# **Zadání disertační práce**

## **Abstrakt**

V souvislosti s procesem financionalizace komoditních trhů, který je charakteristický prudkým nárůstem peněžních prostředků investovaných na komoditních trzích, je diskutována otázka, které faktory v současnosti ovlivňují hodnoty komoditních aktiv. Cílem disertační práce je determinovat a kvantifikovat faktory ovlivňující ceny průmyslových kovů v době financionalizace komoditních trhů a odvodit model oceňování průmyslových kovů, který by byl schopný generovat signály jejich možného nadhodnocení nebo podhodnocení. V práci jsou zahrnuty neželezné průmyslové kovy obchodované na komoditní burze LME (London Metal Exchange), konkrétně se jedná o hliník, měď, olovo, nikl, cín a zinek. Jedná se zároveň o kovy, které jsou zahrnuty ve většině světových kompozitních komoditních indexů. V disertační práci je analyzován soudobý vývoj na komoditních trzích, závislost mezi burzovními kurzy průmyslových kovů a jejich fundamentálními faktory (zahrnující produkci, spotřebu a zásoby vybraných kovů a širokou škálu makroekonomických determinantů) nebo vztah mezi rizikem a výnosem průmyslových kovů. Po provedení dílčích analýz je za použití metody Boosted Trees vytvořený kompozitní indikátor ocenění u mědi a cínu, který je schopný vysvětlit variabilitu kurzů 3m futures kontraktů mědi za sledované období od 1/2000 do 3/2015 z 94,25% a cínu z 96,79%.

## **Klíčová slova**

Komoditní trhy, financializace, průmyslové kovy, makroekonomické determinanty, riziko a výnos.

## **Abstract**

In connection to the process of financialization of commodity markets which is caused by the sharp increase of money flowing into the commodity markets, the question of which factors affect commodity and commodity indices prices is discussed. The aim of the dissertation is to determine and quantify the factors affecting the prices of industrial metals during the period of financialization of commodity markets and derive the pricing model of industrial metals, which would be able to generate signals of a possible overvaluation or undervaluation. The paper examined non-ferrous industrial metals traded on the Commodity Exchange LME (London Metal Exchange), namely aluminum, copper, lead, nickel, tin and zinc. These metals are also included in the most of the world's composite commodity indices. The dissertation analyzes the contemporary developments in commodity markets; relationship between the price volatility and fundamental factors (including production, consumption and stocks of chosen metals and a wide range of macroeconomic determinants) or the relationship between risk and return of industrial metals. The closing part of the dissertation focuses on the creating of composite pricing indicator for copper and tin by using the Boosted Trees method. The results obtained in the research show that created indicator is able to explain the volatility of the 3m copper futures contracts by 94.25% and 3m futures contracts of tin by 96, 79% in the period from 1/2000 to 3/2015.

## **Key words**

Commodity markets, financialization, industrial metals, macroeconomic determinants, risk and return.

## **Bibliografická citace**

SMOLÍK, K. *Organizované trhy s průmyslovými kovy v době financionalizace komoditních trhů*. Brno: Vysoké učení technické v Brně, Fakulta podnikatelská, 2016. XY s. Vedoucí dizertační práce prof. Ing. Oldřich Rejnuš, CSc..

## **Prohlášení autora**

Prohlašuji, že předložená disertační práce je původní a zpracoval jsem ji samostatně. Prohlašuji, že citace použitých pramenů je úplná, že jsem ve své práci neporušil autorská práva (ve smyslu Zákona č. 121/2000 Sb., o právu autorském a o právech souvisejících s právem autorským).

V Brně dne 29. srpna 2016

.....  
Ing. Kamil Smolík



## **Poděkování**

Rád bych na tomto místě vyjádřil poděkování svému školiteli prof. Ing Oldřichovi Rejnušovi za četné odborné konzultace, trpělivost a podporu v průběhu celého doktorského studia.

Dále bych chtěl poděkovat celé své rodině, zejména pak manželce a rodičům, kteří mi byli po celou dobu studia oporou.

## Obsah

Úvod.....	4
1 Cíle disertační práce a formulace výzkumných otázek .....	6
1.1 Globální a parciální cíle práce.....	6
1.2 Formulace výzkumných otázek.....	6
2 Přehled současného stavu zkoumané oblasti .....	7
2.1 Klíčové aspekty fungování komoditních trhů .....	7
2.1.1 Komoditní burzy .....	7
2.1.2 Termínové komoditní deriváty a jejich charakteristika .....	7
2.1.3 Vztahy mezi spotovými a futures cenami .....	9
2.1.4 Kategorizace participantů komoditních trhů.....	13
2.2 Metody analýzy komoditních trhů .....	16
2.2.1 Fundamentální analýza .....	16
2.2.2 Technická analýza.....	19
2.2.3 Psychologická analýza .....	21
2.3 Financionalizace komoditních trhů .....	23
2.3.1 Dynamika rozvoje vybraných komoditních produktů .....	25
2.3.2 Diverzifikace investičního portfolia jako stimul k financionalizaci .....	31
2.4 London Metal Exchange a specifika trhu průmyslových kovů.....	34
2.4.1 Kontrakty obchodované na LME.....	35
2.4.2 Vztah mezi cenami spotovými a futures kontrakty na LME .....	37
2.4.3 Specifikace trhu s průmyslovými kovy .....	38
3 Metodologické přístupy pro zpracování disertační práce .....	46
3.1 Základní dělení dat a metody vědecké práce .....	46
3.1.1 Metody empirické .....	46
3.1.2 Metody logické .....	47

3.2	Zdroje dat .....	48
3.2.1	Kurzy průmyslových kovů.....	48
3.2.2	Produkce, spotřeba a zásoby .....	49
3.2.3	Makroekonomické determinanty .....	51
3.3	Použité metody.....	55
3.3.1	Metody k hodnocení vztahu mezi základními fundamentálními faktory a cenami průmyslových kovů .....	55
3.3.2	Metoda určená k hodnocení vlivu makroekonomických determinantů na cenovou volatilitu průmyslových kovů.....	58
3.3.3	Hodnocení vztahu rizika a výnosu průmyslových kovů.....	61
3.3.4	Metoda určená k sumarizaci výsledků.....	64
4	Analýza vztahu mezi základními fundamentálními faktory a reálnými cenami kovů	67
4.1	Hodnocení vztahu mezi stavem nabídky, poptávky a reálnými cenami kovů .	67
4.2	Hodnocení vztahu mezi reálnými cenami kovu a stavem zásob LME burzy a reálnými cenami kovů.....	80
5	Hodnocení vlivu makroekonomických determinantů na ceny průmyslových kovů	90
5.1	Korelace mezi makroekonomickými determinanty .....	90
5.2	Vztah mezi makroekonomickými determinanty a cenami průmyslových kovů	92
6	Hodnocení vztahu rizika a výnosu průmyslových kovů.....	116
6.1	Základní statistické ukazatele, historický výnos, korelace a Sharpeho poměr	116
6.2	Výsledky indikátoru správnosti ocenění trhu prostřednictvím modelu ex-post CAPM.....	118
7	Grafická syntéza výsledků a kompozitní indikátor správnosti ocenění mědi a cínu	127
7.1	Grafická syntéza výsledků .....	127

7.2	Kompozitní indikátor správnosti ocenění mědi a cínu.....	150
7.3	Vyhodnocení výsledků grafické syntézy a kompozitního indikátoru správnosti ocenění mědi a cínu .....	160
8	Diskuze .....	163
9	Přínos disertační práce .....	165
9.1	Praktický přínos .....	165
9.2	Přínos pro teorii a vědu .....	165
10	Závěr .....	167
	Literatura.....	170
	Seznam obrázků.....	179
	Seznam tabulek.....	180
	Seznam grafů .....	182
	Přílohy.....	186

## Úvod

Geneze komoditního burzovníctví se datuje k 17. století minulého tisíciletí<sup>1</sup>, přičemž tyto burzy vznikaly jako nový nástroj k zajištění ochrany strany nabídky komoditních aktiv proti různým rizikům, které nebylo možné zajistit prostřednictvím běžných pojišťovacích institucí (Baer, 1949). V 19. a 20. století docházelo k významnému rozvoji v oblasti komoditních trhů z hlediska rozšíření škály obchodovaných komodit, kdy se kromě zemědělských plodin začaly burzovně obchodovat také jiné komodity, jako jsou kovy nebo energie. Světově nejvýznamnější komoditní burza s průmyslovými kovy, London Metal Exchange (LME), na kterou se disertační práce zaměřuje, byla založena v roce 1887.

Ve 21. století, po vzniku tzv. technologické akciové bubliny v roce 2000, dochází k další etapě vývoje v oblasti komoditních trhů. V tomto období začali investoři hledat další investiční aktiva, prostřednictvím kterých by mohli diverzifikovat svá investiční portfolia. K tomuto účelu dle řady vědeckých studií (např. Jensena spol., 2002; Gordon, Rouwenhorst, 2006; Cheung, 2010, Stoll, Whaley, 2010 nebo Jacobs a spol., 2014) mohou sloužit právě různé formy investic do komodit (investice do komoditních derivátů, komoditních indexů nebo do různých „exotických“<sup>2</sup> opcí a strukturovaných produktů, kde jsou komodity podkladovým aktivem). Jednou z nejdiskutovanějších forem investic do komodit jsou investice do komoditních futures indexů a burzovně obchodovatelných produktů – Exchange Traded Funds (ETF) a Exchange Traded Notes (ETN). Hodnota investovaného kapitálu do těchto produktů vzrostla jen ve Spojených státech amerických z přibližně 10 miliard dolarů evidovaných v roce 2000 na více než 320 miliard dolarů v roce 2012 (Lane, 2012). Tak strmý nárůst přispívá k celkové financionalizaci komoditních trhů. Pojem financionalizace lze definovat jako rostoucí úlohu finančních motivů, finančních trhů a finančních subjektů v sektoru komoditních trhů (UNCTAD, 2011).

S obdobím financionalizace komoditních trhů je spjata vysoká hladina cenové volatility komoditních aktiv, přičemž se nejen v akademické sféře vedou diskuse, zdali jsou tyto

---

<sup>1</sup> Samotné obchodování s komoditami však sahá mnohem hlouběji do historie. První organizované trhy s komoditami, které neprobíhaly formou barterových obchodů, vznikaly na územích Persie, Egypta, Asýrie nebo Kartága. Na území evropského kontinentu bychom počátky organizovaných komoditních trhů mohli datovat do období antického Řecka a starověkého Říma (Baer, 1946).

<sup>2</sup> Exotické opce svými vlastnostmi překonávají omezení „Plain Vanilla“ opcí, kdy umožňují držitelů opce využít různých nadstandardních práv (Rejnuš, 2014).

cenové výkyvy vysvětlitelné výlučně fundamentálními faktory a jaký dopad na ně mají spekulativní obchody.

Disertační práce si klade za cíl přispět k této diskusi věnující se financionalizaci komoditních trhů. Zaměření práce je pouze na sektor průmyslových kovů obchodovaných na LME burze, konkrétně se jedná o následující neželezné kovy - hliník, měď, olovo, nikl, cín a zinek<sup>3</sup>. Tyto komodity mají zastoupení ve všech významných světových komoditních kompozičních futures indexech a stejně jako ostatní burzovně obchodovatelné komodity podléhají financionalizaci komoditních trhů.

Cenová volatilita průmyslových kovů hraje důležitou roli jak pro jejich producenty, dodavatele, zpracovatele či uživatele, tak pro obchodníky, kteří spekulují na budoucí vývoj hodnot těchto komodit. Pro minimalizaci rizika, musí být každé investiční rozhodnutí založeno na porozumění faktorů, které mají vliv na cenovou volatilitu dané komodity. Z praktického hlediska se tato disertační práce věnuje právě identifikaci a kvantifikaci významnosti jednotlivých faktorů, které v době financionalizace komoditních trhů s cenovou volatilitou konkrétních průmyslových kovů souvisí.

---

<sup>3</sup> Jedná se o průmyslové neželezné kovy, které jsou obchodovány na LME burze (London Metal Exchange). Další burzovně obchodovatelné kovy, jako je zlato, stříbro nebo palladium, nejsou v disertační práci analyzovány, jelikož náleží do skupiny drahých kovů. Přestože jsou tyto kovy v průmyslu také využívány, jejich cena reaguje na fundamentální faktory a makroekonomické determinanty odlišně než v této práci analyzované průmyslové kovy.

# **1 Cíle disertační práce a formulace výzkumných otázek**

Základním podnětem pro zaměření se na problematiku soudobého vývoje organizovaných komoditních trhů je již zmiňovaná dynamika tohoto vývoje. Změny, ke kterým v tomto sektoru finančních trhů dochází, vytvářejí prostor pro analýzu jejich příčin, souvislostí a důsledků. Specializace pouze na sektor průmyslových kovů navíc umožňuje bližší specifikaci trhů s těmito průmyslově významnými komoditami.

## **1.1 Globální a parciální cíle práce**

Globálním cílem disertační práce je determinovat a kvantifikovat faktory ovlivňující ceny průmyslových kovů v době financializace komoditních trhů. Dále bude odvozen model oceňování průmyslových kovů, který by byl schopný generovat signály jejich možného nadhodnocení nebo podhodnocení. K dosažení výše uvedených cílů bude aplikována mj. metoda Boosted Trees.

Parciální cíle práce jsou následující:

1. Analyzovat soudobý vývoj na organizovaných komoditních trzích.
2. Analyzovat závislost mezi produkcí, spotřebou, zásobami a burzovními kurzy průmyslových kovů.
3. Analyzovat závislosti mezi makroekonomickými determinanty a burzovními kurzy průmyslových kovů.
4. Analyzovat vhodnost začlenění průmyslových kovů do investičního portfolia, včetně hodnocení vztahu mezi jejich rizikovostí a výnosností.

## **1.2 Formulace výzkumných otázek**

Na základě dosavadních teoretických poznatků jsou vzhledem k cílům disertační práce stanovené následující výzkumné otázky:

1. Lze volatilitu burzovně obchodovatelných průmyslových kovů na London Metal Exchange lze z dlouhodobého hlediska vysvětlit prostřednictvím základních fundamentálních faktorů a makroekonomických determinantů?
2. Došlo v období financializace komoditních trhů došlo ke vzniku nerovnováhy mezi sledovanými fundamentálními faktory a cenami průmyslových kovů?

## **2 Přehled současného stavu zkoumané oblasti**

V této části disertační práce jsou vymezeny základní pojmy, které souvisejí s problematikou komoditních trhů, participantů komoditních trhů, vztahy mezi spotovými a futures cenami komoditních aktiv. Dále je zde provedena teoretická rešerše soudobého vývoje na organizovaných komoditních trzích s důrazem na proces financionalizace komoditních trhů. Práce je zaměřena na průmyslové kovy obchodované na London Metal Exchange, v této kapitole jsou tedy také uvedeny základní informace týkající se vybraných kovů.

### **2.1 Klíčové aspekty fungování komoditních trhů**

#### **2.1.1 Komoditní burzy**

S komoditami se obchoduje na komoditních trzích, které jsou zprostředkovávány komoditními burzami. Na celém světě existuje mnoho komoditních burz, které mají za úkol poskytovat seriózní a spolehlivé prostředí k realizaci a zúčtování obchodů, dohled nad obchodními praktikami a garanci probíhajících obchodů. Jednotlivé státy mají přitom vytvořený systém pro regulaci a dohled nad komoditními burzami.

Kupující a prodávající mohou obchodovat komodity buď na spotovém trhu, přičemž kupující a prodávající okamžitě dokončují transakci na základě aktuálních spotových cen, nebo na termínovém trhu, na kterém se obchodují termínové komoditní deriváty, zejména pak futures a opční kontrakty. Komoditní burzy zajišťují pravidelné vypořádávání těchto kontraktů - tzv. clearing, který je zajišťován prostřednictvím clearing house (vypořádací centrum). Clearing house je důležitou součástí burzovních obchodů, ve kterém členové burzy v denních intervalech vypořádávají své obchody, zajišťuje pokrytí marginových vkladů (blíže popsáno v následující kapitole) a odpovídá za plnění smluv. V tom se burzovní obchodování zásadně liší od obchodování mimoburzovního, kde je absence clearing house, kontrakty nejsou průběžně vypořádávány, a tudíž zde existuje tzv. riziko selhání protistrany.

#### **2.1.2 Termínové komoditní deriváty a jejich charakteristika**

Na komoditních trzích se obchoduje několik základních termínových derivátových instrumentů, mezi které se řadí komoditní futures a forward, komoditní opce (u



komoditních opcí uvažujeme o opcích na futures) a komoditní swapy, přičemž jednotlivé kontrakty se liší svými vlastnostmi a obchodovatelností.

- **Komoditní futures a forward kontrakty**

Komoditním futures kontraktem rozumíme dohodu dvou stran (kupujícího a prodávajícího) o nákupu nebo prodeji komodity ve předem standardizovaném množství a kvalitě, za určitou cenu k danému budoucímu datu. Kupující přitom neplatí plnou cenu komodity, nýbrž tzv. margin. Marginem je stanovená minimální záloha, prostřednictvím které může kupující na určitou dobu příslušný komoditní futures kontrakt vlastnit. V případě obchodování na margin je stanovený tzv. udržovací margin, kdy v případě poklesu ceny komodity pod stanovenou hodnotu obdrží držitel futures kontraktu tzv. margin call, ve kterém bude upozorněn na nutnost vložit více peněz na účet, aby si udržel svoji otevřenou pozici. Existuje zde tedy princip pákového efektu (leverage), kdy i malé cenové výkyvy vedou k velkým ziskům nebo ztrátám. Každý futures kontrakt má kromě svého názvu a termínu dodání ještě termín zvaný First Notice Day, který upozorňuje na vlastnictví kontraktu, u něhož se blíží tzv. Last Trading Day, který udává poslední den, kdy je možné s daným kontraktem obchodovat bez povinnosti jeho fyzického vypořádání (Kline, 2001).

Komoditní forward kontrakty jsou smluvní kontrakty na budoucí nákup či prodej komoditních aktiv v pevně stanoveném termínu za předem stanovenou cenu. Na rozdíl od futures kontraktů nejsou forward deriváty standardizované a burzovně obchodovatelné (nedochází zde k platbám marginu). Forwardové ceny zahrnují poměrně vysoké transakční, případně i skladovací náklady (Rejnuš, 2014).

- **Komoditní opční kontrakty**

Komoditní opce jsou podmíněné deriváty, které poskytují držiteli opce právo (nikoli povinnost) nakoupit nebo prodat komoditní futures kontrakt v dohodnutém okamžiku za pevně stanovenou cenu (Kline, 2001). Kupující strana zde zaplatí tzv. opční prémii (cena opce) s právem na koupi (call opce) nebo prodej (put opce) příslušné komodity za předem sjednanou realizační cenu (strike price) v dohodnutém okamžiku. Držitel opce tedy riskuje pouze hodnotu zaplacenou za opční prémii, přičemž ziskový potenciál není omezen. Prodejce opce naopak získává hodnotu opční prémie.

Základním druhem opčních instrumentů jsou tzv. Plain Vanilla opční kontrakty, které je kromě jednotlivé kupní nebo prodejní opce možné dále dělit na americké opce a evropské opce, kdy americké opce lze uplatnit kdykoli v průběhu životnosti opce, zatímco evropské opce je možné uplatnit pouze v okamžiku jejich expirace. U opčních derivátů je možné také kombinovat různé opce (např. kombinace typu straddle). Kromě plain vanilla opcí existuje také řada exotických opcí, jejichž vlastnosti jsou komplexnější (Rejnuš, 2014).

- **Komoditní swapy**

Komoditní swapy se uzavírají jak na organizovaných trzích, tak na tzv. OTC trzích (Over the Counter Markets). Komoditní swapy lze definovat jako smluvně sjednanou směnu předem stanoveného cash flow mezi dvěma či více subjekty v určitých termínech v budoucnosti (Dvořák, 2006). U komoditních swapů je potom komodita podkladovým aktivem alespoň jedné ze swapových plateb. Stejně jako u opčních kontraktů se jedná zpravidla o swapy aplikované na komoditní futures kontrakty.

### **2.1.3 Vztahy mezi spotovými a futures cenami**

Spotovou neboli promptní cenou rozumíme aktuální cenu komodity na burze, za kterou je možné získat komoditu s vypořádáním obchodu obvykle do 2 pracovních dnů (zaplacením kupujícím a fyzickým dodáním prodávajícím)<sup>4</sup>. V kontrastu s tím futures kontrakty mají cenu (kurz) stanovenou v nynější době, ale k vypořádání dochází v předem stanoveném budoucím datu. Pokud spekulant nemá zájem na fyzickém vypořádání obchodu, musí příslušný kontrakt odprodat ještě před Last Trading Day. V praxi dochází ke skutečnému fyzickému vypořádání (na světových komoditních burzách) obvykle v méně než 1 % z uzavřených kontraktů (Fabozzi a spol., 2008). Futures ceny reflektují očekávané spotové ceny v budoucnosti, u komoditních aktiv však je nezbytné uvažovat také o skladovacích nákladech a o tzv. convenience yield<sup>5</sup>, což je benefit, který plyne vlastníkovi fyzické komodity z hlediska možnosti okamžitého využití dané komodity v případě jejího aktuálního nedostatku z důvodu

---

<sup>4</sup> Promptní datum je někdy označováno také jako settlement date.

<sup>5</sup> Problematika convenience yield je blíže popsána v další části práce „Theory of storage“

zvýšené poptávky.<sup>6</sup> (Cassasus, Collin-Dufrense, 2005) Vztah mezi spotovými a futures cenami je potom možné vyjádřit následující rovnicí (Fabozzi a spol., 2008):

$$F_{t,T} = S_t e^{(r+c-y)(T-t)} \quad (1)$$

Kde:  $F_{t,T}$  je cena futures kontraktu v den  $t$  a termínem dodání  $T$ ,  $S_t$  je spotová cena příslušné komodity,  $e$  je eulerovo číslo (exponenciální operátor),  $r$  je bezriziková úroková sazba ve tvaru indexu (obvykle se jako bezriziková úroková sazba používá sazba státních pokladničních poukázek, zejména pak státní dluhopisy Spojených států amerických),  $c$  jsou skladovací náklady spojené s vlastnictvím komodity ve tvaru indexu,  $y$  je convenience yield ve tvaru indexu a  $T-t$  je doba do dodání futures kontraktu.

Kromě rozdílu mezi komoditními spotovými a futures kontrakty existují také kontrakty s různým časovým intervalem zbývajícím do fyzického vypořádání. S tím souvisí obchodování komoditních spreadů. Spread obecně vyjadřuje nákup jednoho investičního instrumentu a současný prodej druhého instrumentu. Obvykle se jedná o nákup a prodej odlišných aktiv, ale je možné obchodovat také s totožným aktivem s různou dobou expirace.

- **Contango a backwardation**

Na komoditních trzích dochází ke dvěma základním závislostem mezi spotovou a futures cenou, a to ke stavu contango nebo backwardation. Contango se vyznačuje tím, že spotová cena příslušného komoditního aktiva je nižší než cena futures kontraktu totožného komoditního aktiva. Tento stav je typický pro dobře skladovatelné komodity, kde jsou do ceny komoditních futures kontraktů zahrnuty také náklady na skladování. Naopak situace, kdy spotová cena komoditního aktiva je vyšší než cena futures kontraktu, se označuje jako backwardation.

K definici vztahu mezi aktuální futures cenou komoditního kontraktu a budoucí očekávanou spotovou cenou se využívají pojmy normal contango a normal backwardation. Normal contango je situace, kdy cena futures kontraktu je vyšší než

---

<sup>6</sup> Z hlediska akciových trhů vnímáme benefit z držby – convenience yield, jako dividendový výnos (Brennan, 1958).

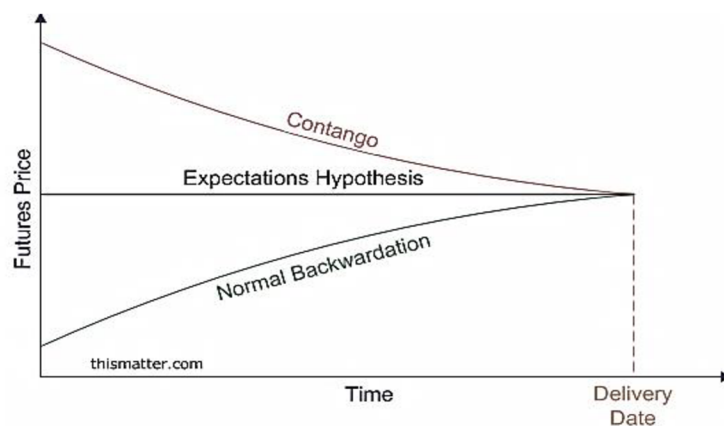
očekávaná budoucí spotová cena, tento stav se dlouhodobě se objevuje například u zlata (Mongars, Marchal-Dombrat, 2006). Naopak Backwardation je stav, kdy je cena futures kontraktu nižší než budoucí očekávaná spotová cena. Tyto vztahy lze vyjádřit následujícími nerovnicemi (2), (3).

$$F_{t,T} > E_t(S_T) \quad (2)$$

$$F_{t,T} < E_t(S_T) \quad (3)$$

Vycházíme zde z předpokladu, že ceny futures kontraktů a spotové ceny se s blížícím se dnem vypořádání vzájemně konvergují, graf č. 1. V případě, kdy dojde ke změnám v očekávání budoucích promptních cen komoditních aktiv, je tato změna zohledněna také v cenách futures kontraktů, kdy může dojít ke změnám stavu normal contango na normal backwardation a naopak.

Obrázek 1 Konvergence spotových a futures cen komodit.



Zdroj: ThisMatter.com (2013).

Vztahem mezi spotovými a futures cenami komoditních aktiv se blíže věnují dva základní teoretické modely – Theory of normal backwardation a Theory of storage.

- **Theory of normal backwardation**

Theory of normal backwardation publikoval John Maynard Keynes v roce 1929. Jedná se o teorii, která je i přes změny, ke kterým na komoditních trzích dochází, stále uznávaná a citovaná v odborných publikacích (např. Drobny, 2006; Biggs, 2006). Keynes, stejně jako další zastávce této teorie Hicks<sup>7</sup> vysvětluje stav backwardation na

<sup>7</sup> John Richard Hicks je dnes známý zejména pro jím publikovanou „prémii za likviditu“ u dluhopisů.

komoditním trhu zakomponováním tzv. rizikové prémie v ceně futures kontraktu, díky které jsou spekulanti ochotni vstoupit na trh a zajistit tak pozice zajišťovatelů. Matematické vyjádření báze, jakožto rozdílu mezi aktuální spotovou cenou  $S_t$  a aktuální futures cenou  $F_{t,T}$ , je dle theory of normal backwardation následující (Gorton a spol., 2012):

$$F_{t,T} - S_t = [E_t(S_T) - S_t] - \pi_{t,T} \quad (4)$$

Kde  $E_t(S_T)$  je očekávaná cena futures kontraktu v době  $t$  s datem dodání  $T$  a  $\pi_{t,T}$  je riziková prémie; přičemž dle Keynese platí  $\pi_{t,T} > 0$ . Báze se tedy skládá ze dvou částí – z rozdílu mezi očekávanou budoucí spotovou cenou a aktuální spotovou cenou, a z rizikové prémie.

Keynes ve své práci uvažoval také o následujících předpokladech (Till, 2006):

- a) Pokud existuje adekvátní nebo neadekvátní stav zásob dané komodity, pak  $S > F$ ;
- b) Pokud existuje přebytek zásob, pak  $S < F < E[S]$ .

- **Theory of storage**

Kaldor (1939) a Working (1949) v rámci Theory of storage definovali convenience yield jako benefit z držby fyzické komodity v případě jejího nedostatku. Convenience yield je výnos pouze pro reálné držitele komodit, držitelé derivátových kontraktů nemají z držby kontraktu žádné výnosy, tudíž je jejich případný zisk plně závislý na změnách cenové hladiny komodit. Matematické vyjádření theory of storage je následující (Gorton, Hayashi a Rouwenhors, 2012):

$$F_{t,T} - S_t = S_t r_t + w_t - c_t \quad (5)$$

Kde na levé straně rovnice je báze a na pravé straně rovnice je součet tzv. cost of carry  $S_t r_t$  ( $r_t$  je zde úroková sazba pro období  $T-t$ ) a mezních nákladů na skladování  $w_t$  snížený o convenience yield.

Důležité implikace Theory of storage lze sumarizovat následovně (Geman, 2005):

- Volatilita komoditních aktiv bývá inverzní vůči světovým zásobám dané komodity. Zejména v době výrazných nedostatků zásob, kdy tyto zásoby

nedokážou vyrovnat případný nesoulad mezi nabídkou a poptávkou, dochází k výraznému růstu cen komodit.

- Cena komodity a její volatilita mají pozitivní korelaci, protože obojí je negativně korelováno s hodnotou zásob. Tento jev je v přímém kontrastu se situací na akciovém trhu, kde existuje negativní korelace mezi hodnotou aktiva a jejich volatilitou, což bývá definováno jako tzv. leverage effect (Black, 1976).

#### 2.1.4 Kategorizace participantů komoditních trhů

Existuje několik kategorizací participantů na komoditním trhu. V této kapitole jsou uvedeny 3 druhy členění participantů komoditních trhů.

A. Kategorizace dle CFTC (Commodity Futures Trading Commission)<sup>8</sup>:

- Komerční subjekty, jejichž pozice jsou považovány za zajišťující (viz dále - Hedgers),
- Nekomerční subjekty, jejichž pozice nejsou zajišťující.

CFTC vydává týdenní „*Commitment of Traders (COT)*“ reporty s anonymním souhrnem příslušných pozic, což přispívá k transparentnosti v aktivitách derivátových obchodů na komoditních burzách.

S růstem počtu odlišných subjektů vstupující na komoditní trhy vytvořila CFTC také další reporty s podrobnějším rozlišováním účastníků komoditních trhů. Zřejmě nejkompexnější členění je uvedeno v „*Disaggregated Commitment of Traders (DCOT)*“ report, které v sobě zahrnují týdenní přehled pozic dvanácti zemědělských komodit, vybraných energetických komodit, mědi a zlata. Tento report je vydáván od roku 2009 a jeho členění je uvedeno v tabulce č. 1.

Tabulka 1 Členění účastníků komoditního trhu dle CFTC.

Základní dělení	Kategorie	Specifikace
<i>Komerční</i>	<b>Producenti, dodavatelé, zpracovatelé, uživatelé</b>	Subjekty, které se zabývají převážně fyzickými komoditními trhy a pomocí futures kontraktů řídí nebo zajišťují rizika spojená s jejich podnikatelskou činností.

<sup>8</sup> CFTC (Commodity Futures Trading Commission) je regulátor komoditních trhů ve Spojených státech amerických.

	<b>Swap dealeri</b>	Subjekty, které se zabývají především swapovými kontrakty (OTC swapy) a obchody s futures kontrakty používají k zajištění a řízení rizika spojeného s těmito swapovými kontrakty. Většina klientů těchto obchodníků jsou indexoví investoři, kteří investují v oblasti komoditních indexů, např. S&P GSCI.
<i>Nekomerční</i>	<b>Peněžní manažeři (Money Managers)</b>	Subjekty, které spravují a zprostředkovávají obchodování s futures kontrakty v zastoupení svých klientů. Tato kategorie zahrnuje registrované Commodity Trading Advisers (CTAs) a neregistrované fondy identifikované CFTC. Hedge fondy a Exchange Traded produkty jsou součástí této kategorie.
	<b>Ostatní obchodníci uvedení v reportu</b>	Každý další obchodník, který není začleněn ve výše uvedených kategoriích.
	<b>Obchodníci neuvedení v reportu</b>	Méně obchodníci, kteří nemají povinnost hlásit své pozice.

*Zdroj: UNCTAD 2011 Disaggregated Commitment of Traders (DCOT).*

Kategorie „Peněžní manažeři“ začleňuje také široké spektrum penzijních a investičních fondů, které investují své prostředky přímo do futures kontraktů místo prostřednictvím swap dealerů (Irwin a Sanders, 2011).

Peněžní manažeři často využívají aktivní správy svého portfolia a v rámci svých investičních strategií vstupují také do krátkých pozic, do pozic s delší splatností než tomu je u komoditních futures indexů typu S&P GSCI a do svého portfolia mohou začleňovat také futures kontrakty, které v komoditních indexech nejsou zastoupeny (UNCTAD, 2011).

## B. Kategorizace dle druhu obchodu

Komerční participanti nemusí provádět pouze zajišťující transakce, nýbrž se zpravidla podílejí také na transakcích spekulujících na pohyb cenové hladiny jednotlivých komodit a naopak nekomerční participanti mohou provádět obchody, kterými zajišťují své obchody. S ohledem na tuto skutečnost, je důležité členění dle druhu obchodu. Z tohoto hlediska se rozlišují tři základní skupiny účastníků – zajišťovatelé (hedgers), spekulanti a arbitrážéři.

- **Zajišťovatelé (Hedgers)**

Jsou obecně považováni za komerční subjekty na komoditním trhu. Zajišťovatelé se prostřednictvím futures kontraktů (nebo kupních opcí na futures) zajišťují proti budoucím nepříznivým cenovým výkyvům (jak proti růstu, tak proti poklesu v závislosti na podnikatelské činnosti zajišťovatele) příslušné komodity (Blau, 1944).

Zajišťovatelé, stejně jako ostatní definované skupiny, působí také na jiných než komoditních trzích, jako třeba na měnových trzích, kde se zajišťují proti kurzovému riziku.

- **Spekulanti**

Spekulanti reprezentují největší skupinu na komoditních trzích. Jejich hlavní úlohou je poskytovat likviditu a vytvářet protistranu pro dlouhé a krátké pozice zajišťovatelů. Záměrem spekulantů je profitovat na cenových výkyvech, přitom podstupují riziko výrazných ztrát v případě nepředpokládaného cenového vývoje ( Buyuksahin, Robe, 2012).

- **Arbitražéři**

Třetí důležitou, nejméně početnou skupinou účastníků jsou arbitražéři, kteří se snaží profitovat prostřednictvím arbitráží. To znamená, že uzavírají stejné obchody na různých trzích a vydělávají na případném cenovém rozdílu (Rejnuš, 2014). Kromě obchodů na různých trzích arbitražéři vytvářejí rovnováhu mezi cenami komodit v různých datech vypořádání podle vztahu mezi futures a spot cenami. Komoditní spotové a futures cen – definice a souvislosti. V důsledku těchto transakcí jsou však cenové rozdíly na odlišných trzích postupně eliminovány.

### C. Kategorizace dle vypořádávání uzavřených komoditních kontraktů

Z hlediska vypořádávání uzavřených komoditních kontraktů rozlišujeme 2 druhy vypořádávání:

- **Fyzické vypořádávání kontraktů**

Dochází k fyzické dodávce komoditních aktiv vyplývající z uzavřených derivátových kontraktů.

- **Finanční vypořádávání kontraktů**

U uzavřených kontraktů dochází k finančnímu vyrovnání cenových rozdílů předmětu obchodu.



## 2.2 Metody analýzy komoditních trhů

Základní dělení metod analýz komoditního trhu jsou analýzy fundamentální, technické a psychologické. V následující kapitole jsou jednotlivé metody blíže charakterizovány.

### 2.2.1 Fundamentální analýza

Fundamentální analýza se snaží nalézt prostřednictvím analýz cenotvorných proměnných tzv. vnitřní hodnotu příslušné investice. Na akciových a dluhopisových trzích fundamentální analytici při určování hodnoty aktiv prognózuji vývoj globální, regionální a národní ekonomiky, odvětví i jednotlivých firem (Musílek, 2011).

Z hlediska komoditních trhů lze fundamentální faktory, tedy cenotvorné proměnné analyzovat prostřednictvím dvou základních úrovní:

- A. Analýza konkrétní komodity, její nabídky, poptávky a zásob
- B. Analýza makroekonomických determinantů

#### *Ad A: Fundamentální analýza jednotlivých komodit*

Fundamentálními faktory jednotlivých komodit rozumíme nabídku, poptávku a zásobu příslušné komodity (Morris a spol., 2012), přičemž komoditní aktiva jsou produkována k tomu, aby byla spotřebována a nejsou přirozeným produktem k tvorbě investičního výnosu<sup>9</sup>. Toto je v přímém kontrastu s konvenčními finančními investicemi do akcií nebo dluhopisů, které jsou emitovány, aby přinášeli investorům peněžní toky ve formě dividend, úrokových sazeb nebo kapitálového výnosu<sup>10</sup>. Jediným důvodem existence finančních instrumentů je tedy poskytovat investiční výnos (Dunsby a spol., 2008). Na základě těchto informací někteří autoři dokonce polemizují nad termínem „investice“ v případě komoditních trhů a doporučují spíše pracovat s pojmem spekulace<sup>11</sup> (Master, White, 2009). V analytické části práce jsou tyto fundamentální faktory nazývané také jako základní fundamentální faktory.

---

<sup>9</sup> S výjimkou investic do drahých kovů, které jsou specifickou třídou komoditních trhů a nejsou v této práci analyzovány.

<sup>10</sup> Kapitálovým výnosem rozumíme rozdíl mezi kupní a prodejní cenou příslušného aktiva.

<sup>11</sup> Což je také v souladu s definicí příslušných účastníků komoditního trhu při kategorizaci dle druhu obchodu. V souvislosti se soudobou financionalizací komoditních trhů, vznikem finančních produktů s komoditními podkladovými aktivy s cílem dosahovat finančních výnosů, však považují za přijatelné pracovat také s termínem „investice“.

### *Ad B: Makroekonomické determinanty jako součást fundamentální analýzy:*

Chceme-li analyzovat dynamiku vývoje a cenovou volatilitu na komoditních trzích, je nezbytné pracovat také s makroekonomickými determinanty. Komodity jsou velmi heterogenní třídou aktiv a cenové změny jednotlivých komodit jsou způsobeny různými faktory. Nicméně makroekonomické determinanty, jako je ekonomický růst, změna úrokových sazeb, množství peněz v ekonomice, inflace nebo kurzy měn mají přímý dopad na cenovou hladinu veškerých komodit (Fabozzi, Füss a Kaiser, 2008; Smolík, Karas a Rejnuš, 2015).

- **Ekonomický (hospodářský) růst**

Růst hrubého domácího produktu (HDP) a další indikátory hospodářského růstu ovlivňují produkci, spotřebu a případně i tvorbu zásob komoditních aktiv. Problematikou vývoje hrubého domácího produktu ve spojitosti s komoditními aktivy se zabývala řada ekonomů (Fama, French, 2008; Frankel, 2008), kteří potvrzují vazbu mezi komoditními trhy a ekonomickým růstem. Bhardwaj a Dunsby (2012) svým výzkumu zabývajícím se vazbou mezi korelací komodit a akcií na vývoj hrubého domácího produktu dále upozorňují na silnější závislost právě u průmyslových komodit nežli u komodit zemědělských.

- **Změna úrokových sazeb**

Existuje řada empirických studií, které se věnují vazbě mezi cenami komodit a změnám úrokových sazeb, na základě kterých je změna výše úrokových sazeb považována za významný makroekonomický determinant ovlivňující cenovou fluktuaci komoditních aktiv (Sargent, 1969; Frankel, 2006). Frankel (2006) uvádí, že existuje inverzní vztah mezi reálnými úrokovými sazbami a cenou skladovatelných komodit. V případě nízkých reálných úrokových sazeb jsou totiž investoři ochotni vlastnit fyzické komodity a vytvářet si zásoby, což vede k vyšší poptávce po těchto komoditách a vice versa. Dalším aspektem je potom hledání rentabilnějších aktiv ve srovnání s nízkými úrokovými sazbami na peněžních trzích.

Z hlediska investic do komoditních futures indexů má změna úrokových sazeb také přímý dopad na kolateralizovaný výnos příslušného indexu<sup>12</sup>.

---

<sup>12</sup> Blíže specifikováno v kapitole č. 2.3.1.

- **Množství peněz v ekonomice**

Centrální banky mají v rámci monetární politiky několik nástrojů, jak ovlivňovat množství peněz v ekonomice, například prostřednictvím diskontních nástrojů, kterými zvyšují nebo snižují výše zmiňované úrokové sazby.

Dle IMF's Global Financial Stability reportu z dubna 2010, který se zabýval efektem nárůstu globální likvidity v návaznosti na ceny aktiv, existuje silná vazba mezi nárůstem globální likvidity a cenami investičních aktiv. Také Belke, Bordon a Hendricks (2010) ve své publikaci uvádějí, že existuje silná interakce mezi penězi, úrokovými sazbami a změnami cenami zboží a komodit. Nástroje monetární politiky ovlivňující množství peněz v oběhu jsou tedy klíčovým faktorem pro určování vývoje cen komodit. V rámci hodnocení množství peněz v oběhu je nezbytné také zohlednit stimulační kroky, jako je proces kvantitativního uvolňování, pro podporu ekonomického růstu.

- **Inflace**

Inflace je jednou z nejvýznamnějších proměnných z hlediska investičního rozhodování. Z historického hlediska jsou komodity považovány za vhodná aktiva k zajištění se proti inflačním vlivům (Greer, 1978).

Gorton a Rouwenhors (2006) zmínili, že komoditní futures kontrakty mohou být lepším investičním produktem k zajištění se proti inflaci než akcie nebo dluhopisy. Za prvé proto, že komoditní futures znamenají sázku na ceny komodit, které jsou přímo propojené s komponenty zahrnutými v cenovém indexu<sup>13</sup>. Za druhé proto, že futures ceny zahrnují informace o předpokládaných trendech v komoditních cenách, rostou a padají i s neočekávanými odchylkami od komponenty v cenovém indexu.

- **Kurzy měn**

Na komoditních trzích probíhají obchody zejména v amerických dolarech, přičemž jsou podstatné také měnové kurzy protistran, tj. zemí ve kterých dochází k produkci a spotřebě dané komodity. Existuje zde předpoklad inverzního vztahu mezi silou amerického dolaru a cenou komodit. Dochází-li k oslabení dolaru, zvyšuje to ceny komodit a vice versa. Tento předpoklad potvrzuje mimo jiné Akram (2009) ve své studii zabývající se vazbou mezi cenami komodit, úrokových sazeb a silou dolaru.

---

<sup>13</sup> Cenovým indexem rozumíme index spotřebitelských cen, index cen výrobců nebo deflátor HDP.

### 2.2.2 Technická analýza

Technická analýza se snaží investorovi poskytnout informaci o tom, kdy je nejvhodnější vybrané aktivum, v tomto případě vybranou komoditu či produkt skládající se z omezeného počtu komodit – komoditní indexy a produkty od nich odvozené, zakoupit nebo naopak odprodat. Základními informacemi, ze kterých investor využívající technickou analýzu vychází, jsou historické a aktuální ceny nebo objem uzavřených kontraktů.

Principy technické analýzy poprvé publikoval na počátku minulého století Charles H. Dow. Předpoklady technické analýzy lze shrnout následovně (Markets.com, 2015):

- V ceně (kurzech) aktiv jsou zahrnuty veškeré informace, které jsou relevantní ve vztahu k danému aktivu. Technický analytik se nezajímá o příčiny pohybů kurzů, předmětem jeho zájmu je pouze pohyb kurzy sám o sobě (Veselá, 2011)
- Ceny se pohybují v trendech, které lze rozpoznat a přeměnit na ziskové příležitosti.
- Cenové pohyby, se opakují.

Podle He a Westerhoffa (2005) jsou to technicky zaměřené spekulanti hlavními zdroji nestability komoditních a záleží pouze na síle jejich reakce buď ve prospěch býčích trendů, nebo naopak trendů medvědího.

Technická analýza zahrnuje mnoho metod, které mohou investoři („tradeři“) při svém investičním rozhodování využívat. Tyto metody se dá shrnout do těchto 3 základních skupin (Lébl, 2015).

#### A. Vyhodnocování trendů

V souladu s principy definovanými Charlesem H. Dowem lze rozlišovat 3 tři druhy trendů, a to primární trendy (*Primary Trend*), kdy se jedná o rozsáhlé vzestupné, či sestupné trendy trvající několik let; Sekundární trendy (*Secondary Trend*), které jsou méně významným kolísáním kurzu obchodovaných aktiv, které trvá několik měsíců; Terciální trendy (*Minor Trend*), což jsou nevýznamné fluktuace trvající několik dní, maximálně týdnů.

Trend se skládá vždy ze čtyř základních fází:

1. Klesající (medvědí) fáze;
2. Postranní fáze akumulační – investoři po poklesu cen investičních aktiv začínají znovu nakupovat, „akumulovat“, tato aktiva;
3. Růstová (býčí) fáze;
4. Postranní fáze distribuční – jedná se o poměrně krátkou fázi, kdy investoři obchodovaná aktiva prodávají (distribuuji) což vede k poklesu jejich cen.

#### B. Zkoumání grafů pomocí linií a formací

Podle této metody můžeme vyvodit, jestli kurz akcie bude pokračovat v trendu (trojúhelníky a klíny), nebo zda jej přeruší (vlajky a prapory) či změni (hlava-ramena).

#### C. Zkoumání klouzavých průměrů a indikátorů

Pomocí této metody se snažíme získat informace o situaci na trhu, rozhodovací signály pro nákup či prodej apod. Tyto signály mají upozornit na situaci, kdy je trh nasycen a lze očekávat brzký pokles nebo naopak, kdy je trh nenasycen a lze očekávat oživení na trhu spojený s růstem kurzů. Používané indikátory lze zařadit do skupin klouzavých průměrů, pásmových analýz, oscilátorů nebo cenově objemových a objemových indikátorů (Rejnuš, 2014).

Technická analýza nabízí široké spektrum indikátorů pro načasování vstupu nebo naopak opuštění trhu. Obecně je technická analýza považována za krátkodobou analýzu využívanou převážně v intervalu od intradenního obchodování po obchodování trvající v řádech týdnů. Použití technických indikátorů v rámci ex-post analýzy správnosti ocenění investičních instrumentů v dlouhodobém časovém horizontu je proto diskutabilní a v praktické části disertační práce není přímo aplikováno. Přesto je možné vycházet z předpokladu, že v rámci technické analýzy dochází k následování trendu, což znamená, že růst ceny investičního instrumentu v předcházejících obdobích je spojen se vstupem investorů do dlouhé pozice, protože očekávají pokračování tohoto trendu a vice versa. Tento přístup proto může podporovat případné odchýlení cen investičního instrumentů od jejich fundamentálních hodnot.

### 2.2.3 Psychologická analýza

Na rozdíl od fundamentální a technické analýzy nejsou u psychologické analýzy předmětem zájmu přímo obchodovaná aktiva, nýbrž samotní investoři a jejich reakce na chování trhu.

- **Keynesova investiční psychologie**

První zmínky o psychologické analýze jsou uvedeny v Keynesově spekulativní rovnovážné hypotéze. Tato teorie se věnuje chování na akciových trzích, v současné době však existuje předpoklad, že by obdobné investiční chování mohlo nastat také na trzích komoditních.

Keynes v rámci investiční psychologie tvrdí, že na chování akciových trhů má vliv zejména narůstající podíl vlastnictví akcií v rukou nezkušených investorů, nadměrné reakce akciových trhů na různé události, ovlivňování investičního publika kolektivní psychologií velkého počtu neinformovaných investorů a investiční rozhodování jednotlivců zaměřující se na prognózování budoucího chování investičního publika. Keynes také v rámci této teorie definoval pojmy „spekulace“ a „podnikavost“. Spekulace je zde definována jako investiční rozhodování založené na prognózování kolektivní psychologie a podnikavost jako činnost vyplývající z předvídaní budoucího výnosu akciového instrumentu na základě fundamentální analýzy (Rejnuš, 2014).

- **La Bon a Psychologie davu**

Další psychologická analýza je vedena v publikaci francouzského sociologa, psychologa, matematika a lékaře a s názvem „Psychologie davu“ z konce 19. století, která podporuje teorii, že jedinec ztrácí po vstupu do davu racionální očekávání (Daytrade, 2015).

- **Kostolanyho burzovní psychologie**

Na tuto práci navázala Kostolanyho burzovní psychologie, která rozlišuje dvě skupiny investorů. První, méně početnou skupinou jsou spekulanti, kteří disponují tzv. 4G (z německého překladu Gedanken = myšlenkami, Gedult = trpělivostí, Geld = penězi a Glück = štěstím), chovají se racionálně a nepodléhají chování davu. Druhou, výrazně početnější skupinou (až 90%), jsou pak hráči, jejichž chování je naopak iracionální a podléhající davu.

V rámci Kostolanyho burzovní psychologie je nezbytné analyzovat aktuální technické složení trhu – poměr rozdělení držby aktiv jednotlivými skupinami, k čemuž slouží analýza kurzů a objemů obchodů na daném trhu (Veselá, 2011).

- **Drasnarova investiční psychologie**

Drasnarova investiční psychologie je založena na střídání různých trendů vycházejících z vlastností investorů – strach, chamtivost, panika (Rejnuš, 2014). Na základě toho, která vlastnost na trhu převládne, formuje se kurz daného investičního instrumentu.

- **Behaviorální finance a tvorba spekulativních bublin**

Výše uvedené a mnohé další teorie se staly základem pro vznik aktuálně populárního teoretického přístupu nazvaného behaviorální finance. Behaviorální finance zkoumají vliv psychologických, emocionálních a sociálních faktorů na rozhodování a chování investorů na finančních trzích. Vychází přitom z předpokladu neracionálního chování davu, které může vést až ke vzniku spekulativních bublin (které je možné definovat jako situace, kdy dojde k výraznému a neopodstatněnému nadhodnocení ceny investičních instrumentů) a jejich následným pádům.

Zajímavý příklad související s behaviorálními financemi nabízí článek od Harrase a Sornettea (2011). Jejich výzkum byl založen na analýze zdrojů informací, jako jsou informace pro veřejnost (televizní zprávy, noviny a další), privátní informace nebo informace získané ze „spřátelených“ sítí. Výsledkem tohoto výzkumu je, že vzniku spekulativních bublin předchází náhodná série pozitivních zpráv popohánějící kolektivní zpětné vazby na tyto zprávy. Následná korekce trhu pak vede dokonce k nižším, nežli fundamentálním hodnotám (tj. hodnoty podložené fundamentálními faktory).

Když se zaměříme na komoditní trhy, tak vzniku spekulativních bublin se věnuje práce od Phillips a Yu (2011), kteří testovali vznik spekulativních bublin prostřednictvím t-statistic. Dalším přístupem, ze kterého lze vycházet publikoval Chen, Firth a Xin (2004) na vybraných burzově obchodovaných komoditních v Číně. Jedná se o testování přímo stádového efektu pomocí korelace mezi absolutními hodnotami změny cen komodit a množstvím uzavřených kontraktů, kdy byla potvrzena pozitivní korelace u většiny analyzovaných komodit, závislost však není lineární. Algieri (2012) v rámci analýzy vazby mezi počtem uzavřených kontraktů a volatilitou cen u zemědělských

komodit použil metodu Grangerova testu kauzality. Výsledkem této analýzy bylo, že nadměrná spekulace mohla být příčinou kolísání cen některých zemědělských komodit, konkrétně pak kukuřice, rýže, sójových bobů nebo pšenice.

### **2.3 Financionalizace komoditních trhů**

Na komoditních trzích dochází v současnosti k výrazným změnám. Zejména po vzniku technologické bubliny (dotcom crash) v roce 2000 a jejím následném prasknutí, začali investoři hledat nové pozice k diverzifikaci svého investičního portfolia. Od této doby lze datovat vznik tzv. komoditního boomu. Tento komoditní boom, který byl doprovázen prudkým nárůstem počtu nekomerčních účastníků na komoditních trzích, trval do poloviny roku 2008, kdy došlo k pádu hodnot převážné většiny komodit.

Financionalizaci komoditních trhů lze v první řadě charakterizovat jako prudký nárůst investovaného kapitálu na komoditních trzích investory, kteří aplikují výhradně finanční vypořádávání uzavřených kontraktů. Tento způsob obchodování praktikují především spekulanti, jimž finanční forma vypořádání obchodů vyhovuje. Je pro ně jednodušší a navíc jim nehrozí, že by museli případně nedobrovolně fyzicky dodat či odebrat příslušnou komoditu (Smolík, Rejnuš, 2014).

Mezi faktory, které vedou k financionalizaci je již zmíněná diverzifikace investičního portfolia, perspektiva z hlediska fundamentálních faktorů, konstrukce různých druhů strukturovaných produktů nebo dle některých autorů (Gensler, 2010; Masters, White, 2009; Rejnuš, Smolík, 2013) také nedostatečná regulace komoditních trhů. Globalizace a technologický pokrok potom umožňuje vstup velkého množství spekulantů na komoditní trh.

V souvislosti s financionalizací komoditních trhů se v současnosti vedou diskuze, jaký vliv má zvýšený podíl investorů aplikujících finanční vypořádání kontraktů a jejich obchodní strategie na volatilitu cen komoditních aktiv. Existují dvě základní teorie. První, fundamentální teorie předpokládá, že ceny komoditních aktiv jsou determinované výhradně fundamentálními faktory a všichni účastníci komoditních trhů při svých obchodních a investičních rozhodnutích vycházejí z očekávání vývoje nabídky a poptávky spotových trhů. Tato teorie je založena na předpokladu efektivních trhů, tedy že ceny komodit okamžitě a správně absorbují veškeré dostupné fundamentální informace a očekávání. Pakliže by neinformovaní finanční investoři vyhodnotili cenu



vzhledem k těmto faktorům nesprávně, informovaní investoři tohoto faktu využívají a profitují na něm, což vede k návratu do rovnováhy „fundamentálních hodnot“ (Staritz, 2012). Z čehož vyplývá, že ceny komodit nejsou ovlivněny financizací, nýbrž jsou determinovány aktuálními fundamentálními faktory (tedy stavem produkce, spotřeby, zásob a makroekonomických faktorů), které jsou také příčinou zvýšené volatility cen komodit. Mezi zastánce této teorie patří například Pirrong (2008), Krugman (2008), Sanders, Irwin (2008), Hong, Yogo (2010), Stoll, Whaley (2010) Power, Turvey (2011) nebo Singleton (2013).

Druhá, finanční teorie předpokládá, že kromě fundamentálních faktorů hraje u volatility cen komodit významnou roli také očekávání, chování a interakce různých účastníků na trhu, zahrnující informované investory, noise traders<sup>14</sup>, investory vycházejících při svém investičním rozhodování zejména ze statistických technik (např. statistického vyhodnocení optimalizace investičního portfolia) a komoditní indexové investory (CITs)<sup>15</sup>. Tito investoři mohou způsobit výrazné odchýlení cen od jejich „fundamentálních hodnot“ (Staritz, 2012). V souvislosti s touto teorií je možné uvést následující citace (u citací byl ponechán anglický jazyk):

*„There is so much money going into commodity markets that it almost does not matter how fundamentals behave.“* (Henn, 2011 – citace manažera hedge fondu)

Další citace - Fadel Gheit, výkonný ředitel a ropný analytik pro Oppenheimer & Co. Inc.

*„I firmly believe that the current record oil price in excess of \$135 per barrel is inflated. I believe, based on supply and demand fundamentals, crude oil prices should not be above \$60 per barrel... There were no unexpected changes in industry fundamentals in the last 12 months, when crude oil prices were below \$65 per barrel. I cannot think of any reason that explains the run-up in crude oil price, beside excessive speculation.“* (Gheit, in June 2008)

---

<sup>14</sup> Noise traders jsou obchodníci, kteří vytvářejí svá investiční rozhodnutí bez racionálního využití fundamentálních dat. Tito investoři následují trend, přehnaně reagují na dobré či špatné zprávy a využívají technických analýz (více informací jsou uvedeny na webové adrese [www.investopedia.com](http://www.investopedia.com)).

<sup>15</sup> CITs – Commodity Index Traders, jsou indexoví investoři, kteří vstupují téměř výhradně do dlouhých pozic komoditních indexů skládajících se z komoditních futures kontraktů – detailněji analyzováno v následující části práce.

Finanční teorie tedy výraznější tendence vzniku spekulativních bublin a zvýšenou volatilitu přisuzuje kromě fundamentálních aspektů také noise traderům a investorům, kteří mohou díky svým obchodním strategiím založených zejména na statistických metodách (ty jsou těsně provázané s jinými oblastmi finančních trhů) způsobit vznik tzv. stádového efektu. (UNCTAD, 2009). Stádový efekt lze definovat jako tendenci jednotlivců napodobovat počínání větší skupiny, spíše než se chovat nezávisle. Jedná se tedy o totožný psychologický faktor, který analyzoval Gustave Le Bon v předešlé kapitole uvedené Psychologii davu nebo další autoři věnující se davovému chování na finančních trzích. Zastánci finanční teorie jsou kromě autorů výše uvedených citátů také Masters, White (2008), Gilbert (2010), Tang, Xiong (2010), Acharya a spol. (2012), Cheng a spol. (2012) nebo Knittel, Pindyck (2013).

### **2.3.1 Dynamika rozvoje vybraných komoditních produktů**

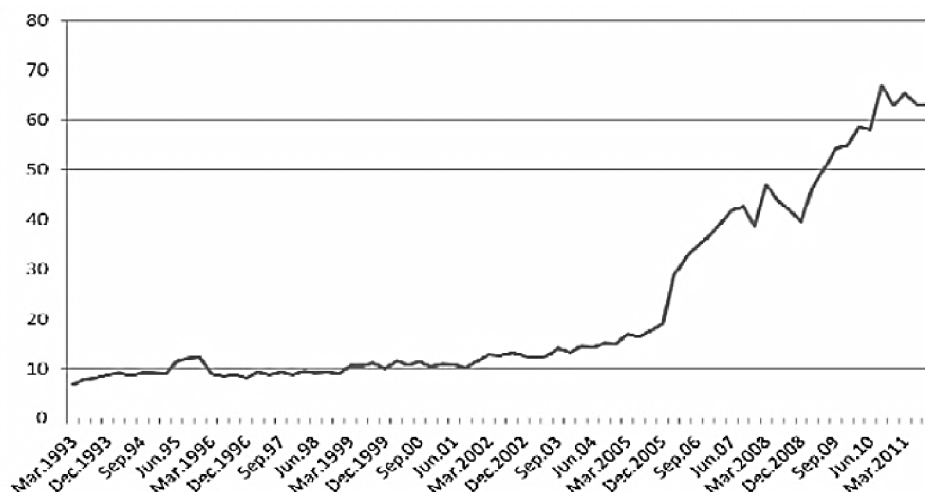
V následující kapitole jsou stručně definované vybrané produkty, pomocí kterých lze investovat na komoditním trhu. Těmito produkty jsou komoditní deriváty, komoditní indexy a burzovně obchodované produkty (ETF – Exchange Traded Products a ETN – Exchange Traded Notes) a Commodity Trading Advisors (CTA). Cílem této části je znázornit dynamiku rozvoje těchto produktů ve vztahu k financionalizaci komoditních trhů.

- **Burzovně obchodovatelné komoditní deriváty**

Do komodit je možné investovat různými způsoby. Základní formou investování na komoditních trzích jsou komoditní deriváty. Investor si může vybrat ze široké škály burzovně obchodovaných komodit, se kterými může obchodovat prostřednictvím brokera. Jak již bylo řečeno v kapitole druhé, existuje zde pákový efekt, který vede k výrazné rizikovosti daného produktu. Komoditní deriváty jsou navíc vysoce volatilní třídou aktiv a někteří autoři je dokonce řadí mezi nejrizikovější formy investic vůbec (Kline, 2001). Investoři mohou prostřednictvím komoditních derivátů spekulovat jak na růst, tak na pokles ceny komodity – neboli zaujímat dlouhé i krátké pozice. V grafu č. 1 jsou znázorněna čtvrtletní data o počtu obchodovaných komoditních derivátů na světových organizovaných komoditních burzách od roku 1993 do roku 2011 v milionech kontraktů. Tento počet kontraktů se zvýšil za analyzované období z přibližně 8 milionů kontraktů na více než 60 milionů kontraktů. Tyto údaje, přesto, že jednotlivé druhy kontraktů blíže nespecifikují, vypovídají o procesu financionalizace,

vycházíme-li z předpokladu, že nárůst je zastoupen zejména v oblasti finančně vypořádaných kontraktů. Kromě těchto kontraktů, pak existují též smluvně (nejčastěji prostřednictvím OTC trhu) uzavírané derivátové kontrakty typu forward, swapy a smluvně sjednané opce.

Graf 1 Derivátové transakce na světových komoditních burzách.



Zdroj: BIS, Quarterly Review (2011).

- **Komoditní indexy a burzovně obchodované produkty**

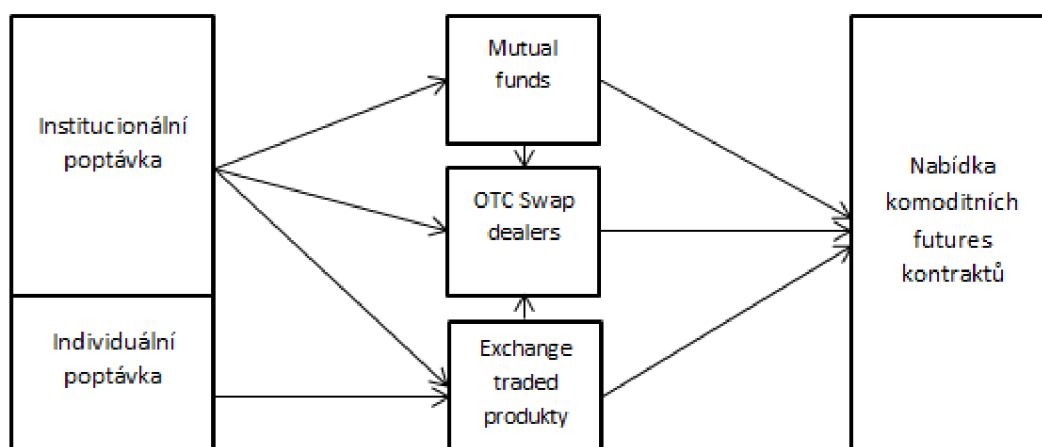
Velice populární formou investování do komodit jsou investice do komoditních futures indexů, kde investují již zmínění Commodity Index Traders (CIT). Komoditní futures indexy jsou všeobecně považovány za indikátory vývoje na komoditních trzích. Investice do komoditních indexů probíhá prostřednictvím OTC Swapových kontraktů, Mutual funds a Exchange traded products (ETP) typu ETF (Exchange Traded Funds) nebo ETN (Exchange Traded Notes).

Institucionální investoři obvykle outsourcují futures obchody do bank z důvodů potřeby aktivního rolování pozic u jednotlivých komodit. Tito institucionální investoři vstupují do OTC swap kontraktu s bankami<sup>16</sup>, přičemž přistupují na placení tříměsíční sazby státních pokladničních poukázek USA a manažerských poplatků. Banka na druhé straně platí výnos odvíjející se od ceny příslušného indexu (Master, White, 2008).

<sup>16</sup> Mezi nejvýznamnější Swap dealery / banky patří Goldman Sachs, Morgan Stanley nebo J.P. Morgan and Barlays.

Schématické vyjádření procesu obchodu s komoditami prostřednictvím indexů:

Obrázek 2 Proces obchodu s komoditami prostřednictvím indexů.



*Zdroj: Stoll, Whaley (2009).*

Komoditní EFT buď kopírují cenu konkrétních komodit, přičemž daný fond příslušné komodity také fyzicky vlastní (časté u ETF odvozených od drahých kovů, což jsou světově nejvýznamnější komoditní ETF dle tržní kapitalizace<sup>17</sup>) nebo drží ve svém portfoliu dané komoditní deriváty. Komoditní ETN jsou variací ETF, kdy se jedná o dluhový nástroj (dluhové cenné papíry) jejichž výnosy se odvíjí od výnosů konkrétního benchmarku. Mezi relativně časté investiční strategie kopírující cenu komoditních futures patří EFT a ETN kopírující hodnoty jednotlivých hodnot komoditních futures indexů, jako jsou Standard & Poor's – Goldman Sachs Commodity Index (S&P-GSCI), Dow Jones - UBS Commodity Index (DJ-UBSCI) nebo Deutsche Bank Liquidity Commodity Index (DBLCI). Uvedené komoditní indexy se liší metodologií složení indexu, v obsažených komponentech, ve váze jednotlivých komodit (například S&P GSCI je významnou měrou – více než 70%, tvořen energiemi) a v termínech rolování jednotlivých kontraktů (nahrazení stávajícího kontraktu s blížící se dobou splatnosti za kontrakt se vzdálenější dobou splatnosti)<sup>18</sup>. Průmyslové kovy, které budou v disertační práci analyzované, jsou v komoditních indexech zastoupeny významnou měrou: V DJ-UBSCI přibližně 20 % a v S&P-GSCI přibližně 7%<sup>19</sup>.

<sup>17</sup> V roce 2012 nejvýznamnější komoditní ETF a ETN dle tržní kapitalizace jsou tyto 3 produkty: SPDR Gold Trust, iShares COMEX Gold Trust a iShares Silver Trust.

<sup>18</sup> Detailní popis konstrukce jednotlivých komoditních futures indexů je popsána v publikaci AIA Research Report (2008), Comparing commodity indices: multiple approach to return.

<sup>19</sup> Údaje platné v roce 2015.

Investoři, zejména institucionální, jako jsou penzijní fondy, životní pojišťovny nebo jiné veřejné či soukromé fondy, vstupují prostřednictvím komoditních indexů do pasivních dlouhých pozic. Participují tak na nárůstu hodnoty komoditních indexů bez nutnosti vyhodnocování fundamentální analýzy jednotlivých komoditních aktiv.

***Zdroje výnosů komoditních indexů:***

1. Cena zhodnocených podkladových komoditních komponentů.
2. Kolateralizovaný výnos, kdy část investovaného kapitálu, která není použita na úhradu marginu, je použita k nákupu kolaterálu. Kolaterálem jsou bezriziková aktiva, ve většině případů pokladniční poukázky Spojených států amerických.
3. Výnosy způsobené rolováním pozic. Příklad, kdy je nákup futures kontraktů s delší dobou splatnosti levnější než futures kontrakt s blížící se dobou splatnosti se nazývá jako backwardation. Opačný efekt se nazývá contango, který představuje pro investory v dlouhé pozici ztrátu (Gordon, 2006). Výnosy/ztráty způsobené rolováním pozic jsou ve své podstatě výsledkem obchodování na spread.

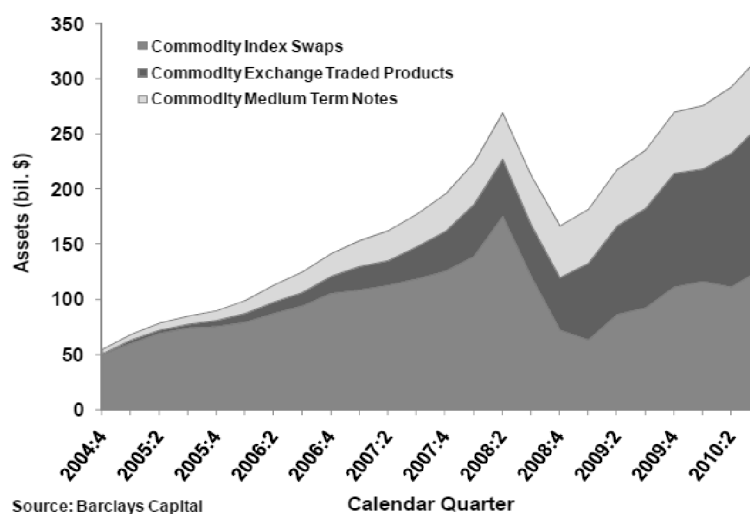
V závislosti na zdroji výnosu existují různé druhy výnosů. Prvním je spotový výnos, který je závislý pouze na zhodnocení podkladových aktiv, druhým je „excess“ výnos, který se skládá z výnosu zhodnocených aktiv a rolovacím výnosem. Poslední používaný indikátor výnosu je výnos celkový, který je sumou všech uvedených zdrojů výnosu komoditních indexů.

Číselné vyjádření růstu popularity tohoto druhu investování je uvedené v grafu č. 2. Jedná se o hodnotu celkových světových aktiv v produktech komoditních indexů v letech 2004 až 2010, který publikoval Barclays Capital, přičemž tento nárůst překročil hodnotu 150 mld. dolarů. V roce 2008 byla hodnota těchto aktiv více než 250 mld. dolarů, následující propad v průběhu hospodářské recese byl pouze dočasný a ve třetím čtvrtletí 2010 bylo dosaženo nového vrcholu přibližně 300 mld. dolarů<sup>20</sup> (Irwin, Sanders, 2011).

---

<sup>20</sup> Platné k roku vydání článku.

Graf 2 Aktiva spravovaná Index Swapy a Exchanged Traded Products.

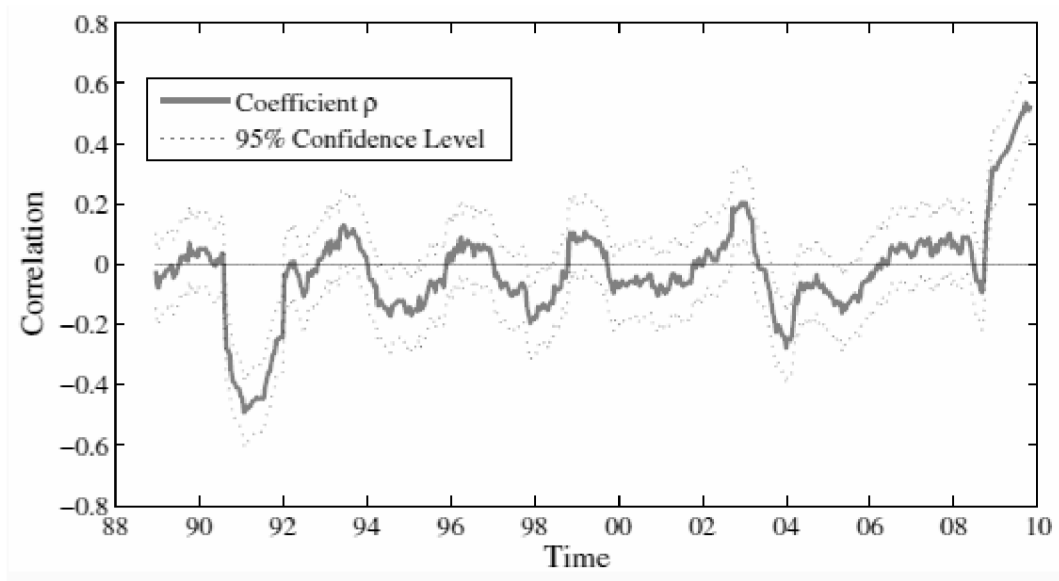


Zdroj: Barclays Capital (2011).

### ***Důsledky rozmachu komoditních indexů a burzovně obchodovaných produktů:***

Patrně nejdiskutovanějšími komoditními produkty v odborné literatuře jsou komoditní indexy, které někteří autoři označují za zdroj fundamentální nerovnováhy komoditních trhů (Tang, Xiong, 2010; Gilbert 2010). Komoditní futures indexy totiž investují do pasivních dlouhých pozic komoditních futures kontraktů bez ohledu na fundamentální faktory. Nákup komoditních futures kontraktů tedy zvyšuje ceny těchto kontraktů při neexistenci fyzického vypořádání. Pozornost směrem ke komoditním indexům je věnována Tang a Xiongem také díky přibližující se jejich korelaci s akciovými výnosy. V publikaci *Index Investment and Financialization of Commodities* tyto autoři uvádějí, že financializace komoditních trhů v USA je zapříčiněna vstupem množstvím zejména institucionálních investorů diverzifikujících své investiční portfolio, což vede ke zvýšené volatilitě komoditních trhů a právě k větší korelaci výnosů s výnosy akciových indexů – graf č. 3. Z grafu je patrné, že trend přibližování korelace výnosů mezi S&P GSCI a akciovým indexem S&P 500 je nejvýraznější od pádu Lehman Brothers v roce 2008.

Graf 3 Korelace výnosů S&P 500 a S&P GSCI.



*Zdroj: Tang, K. Xiong (2010).*

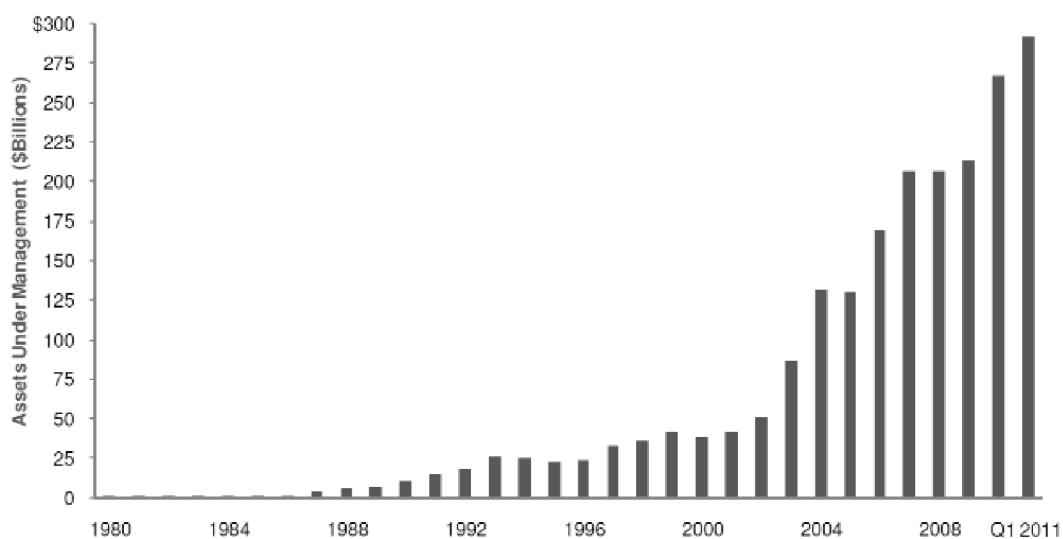
Z hlediska průmyslových kovů je významný trend růstu počtu uzavřených burzovně obchodovatelných produktů (Exchange Traded Products), kdy daná finanční instituce fyzicky vlastní příslušnou komoditu. Jedná se o to, že banky skupují v rámci svých obchodů s ETF fyzické zásoby kovů. Tím je způsobena zvýšená poptávka po komoditách systematickým skupováním skladů s kovy. Nejedná se však o tradiční fundamentální poptávku, při které dochází ke spotřebě příslušné komodity nebo k jejímu krátkodobému skladování v rámci tvorby rezerv.

- **Commodity Trading Advisors (CTA)**

CTA jsou jedním z nejvýznamnějších a nejdynamičtější se rozvíjejícím zástupcům peněžních manažerů působících na komoditních trzích. Jedná se o registrované a regulované investiční profesionální poradce, kteří využívají v rámci své investiční strategie systém založený na technické analýze trhu, proto se jim někdy říká „trend followers“. CTA se zaměřují na obchody s komoditami, s nearby futures kontrakty, což jsou kontrakty s nejbližší dobou vypořádání. V rámci své investiční strategie CTA zaujímají dlouhé i krátké pozice, tedy mohou spekulovat jak na vzestup, tak na pokles cen komodit.

Také u CTA je znatelný nárůst hodnot spravovaných aktiv, které vzrostly z 30 miliard dolarů v roce 2000 na přibližně desetinásobek této hodnoty v roce 2011, jak je uvedeno v grafu č. 4.

Graf 4 Vývoje hodnoty aktiv spravovaných CTA.



*Zdroj: Lido Isle Advisors (2011).*

### 2.3.2 Diverzifikace investičního portfolia jako stimul k financionalizaci

V padesátých letech devatenáctého století vytvořil Harry Markowitz (1968) základní principy teorie portfolia a formuloval výhody vzájemné diverzifikace finančních a reálných aktiv spočívající v takové alokaci aktiv, jež přináší investorovi maximální očekávaný výnos při stejné úrovni rizika. Investor v tomto případě uvažuje o charakteristikách a korelaci jednotlivých aktiv (investičních instrumentů), které ovlivňují výnos a riziko celého investičního portfolia. A jelikož ceny komodit ovlivňují jiné faktory než je tomu u finančních investičních instrumentů, jeví se pro diverzifikaci investičních portfolií jako velice vhodná. A ještě navíc jsou též i dostatečně likvidní.

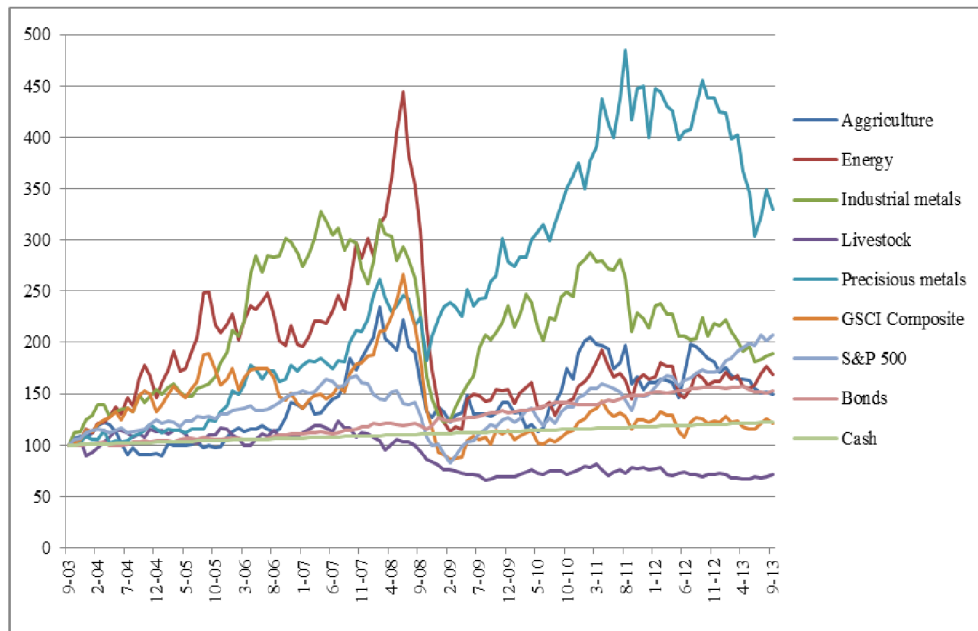
Problematikou významu komodit v investičním portfoliu se již dříve zabývala řada autorů. Za nejvýznamnější práce jsou považovány např. publikace Gortona a Rouwenhorsta (2006), kteří shledávají komoditní aktiva jako atraktivní třídu aktiv pro diverzifikaci investičního portfolia a investice do komoditních aktiv posouvají z hlediska moderní teorie portfolia k tzv. efektivní hranici. Kromě těchto prací se investicím do komoditních aktiv věnuje ještě mnoho dalších autorů, mezi které se mimo jiné řadí Gordon (2006) nebo Stoll, Whaley (2010).

V souvislosti s moderní teorií portfolia vyhodnotili Rejnuš a Smolík (2014) základní proměnné této teorie, a to historický výnos a volatilitu jednotlivých sektorů komoditního trhu v komparaci s akciovými a dlouhodobými dluhopisovými



instrumenty<sup>21</sup> a nástroji peněžního trhu v časovém intervalu 1. 1. 1998 až 19. 11. 2013. Tato analýza potvrdila vhodnost diverzifikace investičního portfolia prostřednictvím komoditních aktiv vzhledem k jejich vysoké výnosnosti, zároveň však poukázala na vysokou volatilitu komoditních aktiv, zejména pak energetického sektoru. Detailnější výsledky provedených analýzy jsou uvedeny níže v grafu č. 5 a tabulce č. 2<sup>22</sup>.

Graf 5 Komparace historické výnosnosti jednotlivých sektorů investičních aktiv.



*Zdroj: Rejmuš, Smolik (2014).*

Tabulka 2 Průměrný měsíční výnos a volatilita jednotlivých sektorů investičních aktiv.

	<b>Průměrný měsíční výnos v procentech</b>	<b>Měsíční volatilita v procentech</b>
<b>Agriculture</b>	0,5952	7,1638
<b>Bonds</b>	0,3598	1,5520
<b>Energy</b>	0,8193	8,6586
<b>S&amp;P GSCI</b>	0,4162	7,0161
<b>Industrial Metals</b>	0,7930	7,1477
<b>Livestock</b>	-0,1994	4,1944
<b>Precious Metals</b>	1,1827	6,0422
<b>S&amp;P 500</b>	0,7013	4,2560

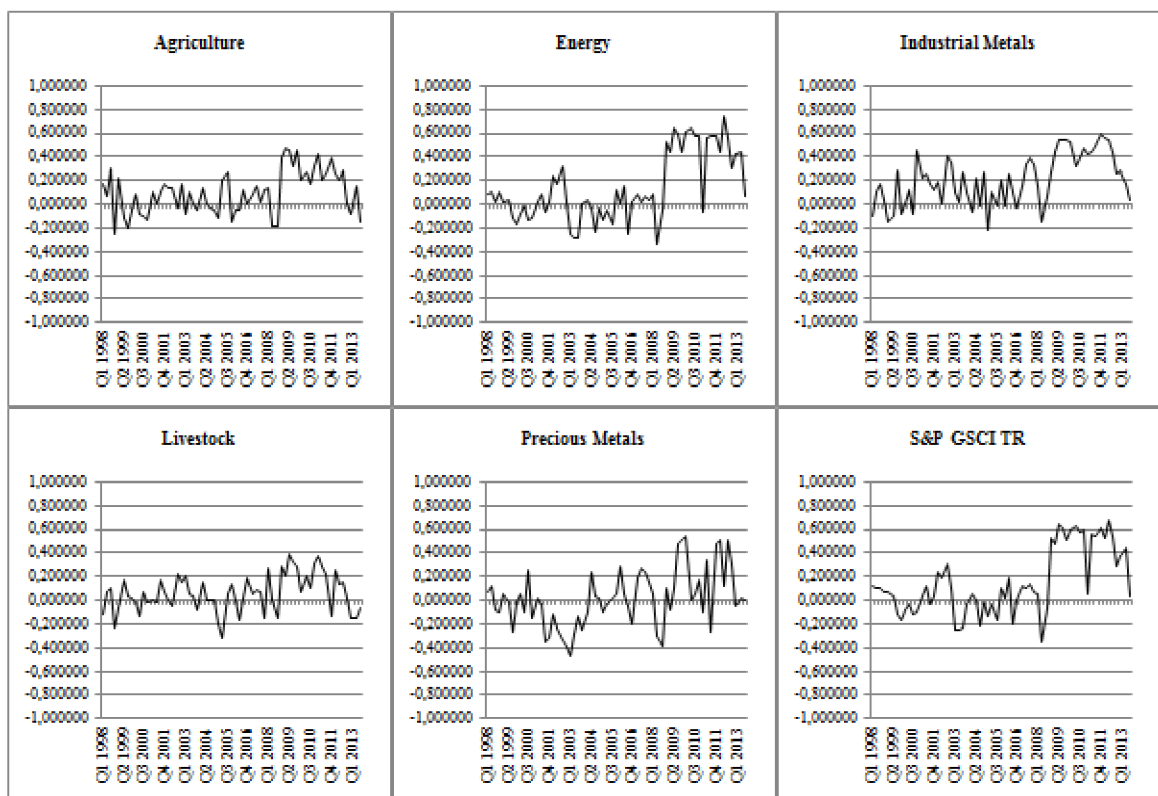
*Zdroj: Rejmuš, Smolik (2014).*

<sup>21</sup> Jednotlivá komoditní aktiva byla zastoupena indexy ze skupiny S&P GSCI, akcie indexem S&P 500 a dluhopisy index iShares Core Total US Bond Market ETF. Analyzován byl vždy celkový výnos – Total Return.

<sup>22</sup> V grafu a tabulce jsou ponechány anglické názvy jednotlivých proměnných, překlad by byl následující: Agriculture – Zemědělské plodiny, Energy – Energie, Industrial metals – Průmyslové kovy, Livestock – Hospodářská zvířata, Precious metals – Drahé kovy, GSCI composite – Kompozitní komoditní index GSCI, Bonds – Dluhopisy a Cash – Peněžní trh.

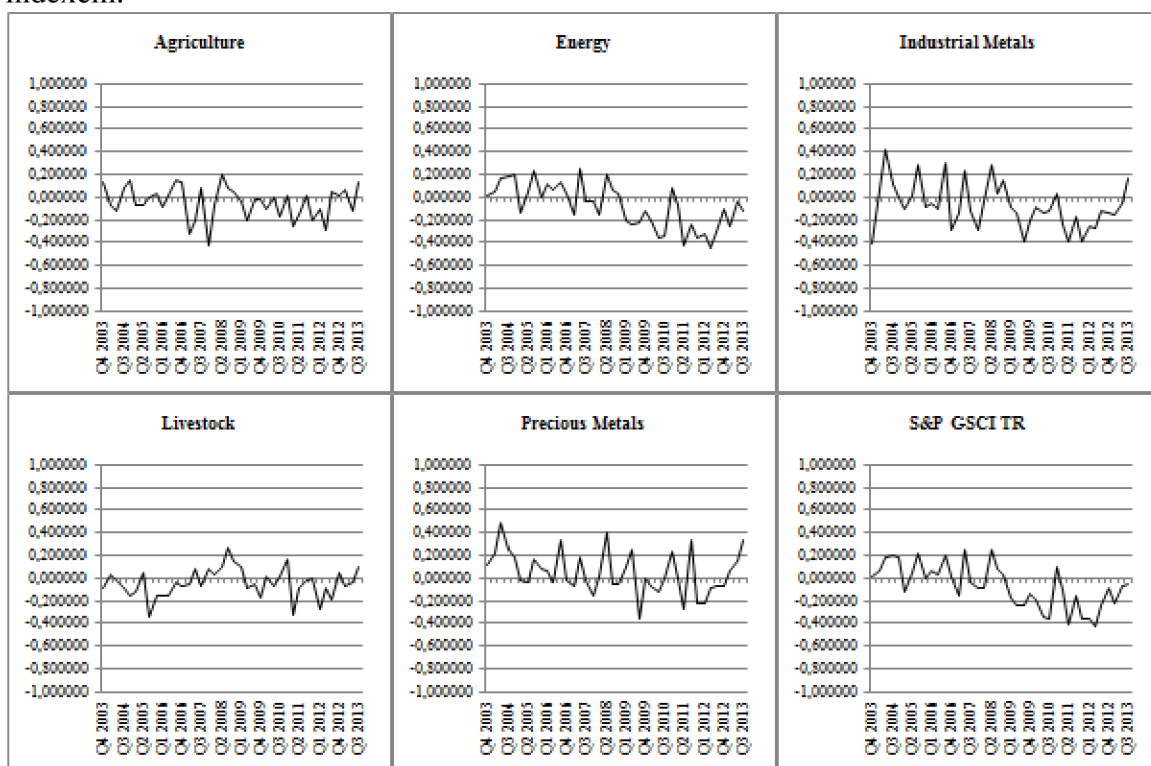
Pro úplnost výše uvedených analýz je nezbytné doplnit údaje o vzájemné korelaci mezi komoditními, akciovými a dluhopisovými aktivy. Vývoj vzájemné korelace znázorněn v grafech č. 6 a 7. Z grafů je patrné, že nejvyšší hodnota korelačního koeficienty byla zaznamenána mezi komoditními indexy Energy a S&P GSCI a akciovým indexem S&P 500 a to zejména v období mezi 2009 a 2012. V roce 2013 však došlo k prudkému propadu hodnoty této korelace. Při analýze korelace mezi komoditními indexy a indexem dluhopisovým pak nebyly zaznamenány žádné náznaky sblížení těchto trhů ve smyslu hodnot koeficientů korelace.

Graf 6 Korelace výnosů mezi jednotlivými komoditními indexy a akciovým indexem.



*Zdroj: Smolík, Karas, Boček (2014).*

Graf 7 Korelace výnosů mezi jednotlivými komoditními indexy a dluhopisovým indexem.



*Zdroj: Smolík, Karas, Boček (2014).*

## 2.4 London Metal Exchange a specifika trhu průmyslových kovů

London metal Exchange je centrem světového nákupu a prodeje neželezných průmyslových kovů. LME poskytuje vysoce likvidní standardizované kontrakty, přičemž průměrné denní objemy u futures a opčních kontraktů činily za rok 2013 676.286 lotů v celkové roční hodnotě 14,6 miliard USD (LME).

Kontrakty lze uzavírat prostřednictvím brokerů, parketového obchodování – „open-outcry“, telefonicky nebo prostřednictvím elektronické obchodní platformy LMEselect. Každý den jsou aktualizované oficiální ceny jednotlivých kovů v dolarech za loty – v metrických tunách, hlavní zveřejňované oficiální ceny jsou spotové, tříměsíční, patnáctiměsíční (jen u některých kovů) a dvacet sedmiměsíční futures ceny. Jedná se o oficiálně zveřejňované ceny, kontrakty lze uzavírat i v dílčích meziobdobích. LME je

světově nejvýznamnější komoditní burzou s průmyslovými kovy<sup>23</sup>, která podléhá regulaci a má zajištěný clearing jednotlivých kontraktů.

LME vlastní 650 celosvětově registrovaných skladů na 38 místech v 15 zemích, které slouží k zajištění fyzického vypořádání uzavřených kontraktů. Pouze malé procento uzavřených kontraktů je však vypořádáváno fyzicky.

#### 2.4.1 Kontrakty obchodované na LME

- **Futures kontrakty**

V tabulce č. 3 jsou uvedeny specifikace jednotlivých futures kontraktů na LME, přičemž každý kontrakt má také stanovenou minimální standardizovanou kvalitu, čistotu a chemické vlastnosti. „Tick size“ uvedená v tabulce znamená minimální hodnotu cenové fluktuace na jednu metrickou tunu u LMEselect.

Tabulka 3 Specifikace futures kontraktů na LME.

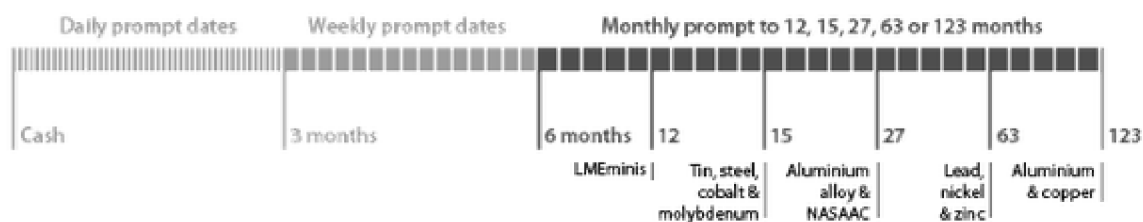
	Kód	Lot size	Tick size / mt	Požadovaná čistota podkladového aktiva
<b>Hliník</b>	AH	25 mt	0,25	99,7000 %
<b>Měď</b>	CA	25 mt	0,25	99,9935 %
<b>Olovo</b>	PB	25 mt	0,25	99,9700 %
<b>Nikl</b>	NI	6 mt	1,00	99,8000 %
<b>Cín</b>	SN	5 mt	1,00	99,8500 %
<b>Zinek</b>	ZS	25 mt	0,25	99,9950 %

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z London Metal Exchange (2015).*

Na LME obchodovány s futures kontrakty s různými časovými rozmezími do termínu fyzického vypořádání. Kontrakty s vypořádáním do 3 měsíců jsou obchodovány denně, týdně kontrakty s vypořádáním do 6 měsíců a měsíčně kontrakty s vypořádáním do 123 měsíců, což však závisí na obchodovaném kovu (více informací je uvedeno na oficiálních webových stránkách [www.lme.com](http://www.lme.com)). Grafické vyjádření je uvedené na obrázku č. 3.

<sup>23</sup> Dalšími burzami s neželeznými komoditami jsou Shanghai Futures Exchange (SHFE) - obchoduje s mědí, hliníkem a zinkem a chicagská burza CME (COMEX) obchodující s mědí. S přibližně 80 % tržního podílem je LME světově nejvýznamnější.

Obrázek 3 Futures kontrakty obchodované na LME.



Zdroj: *London Metal Exchange (2015)*.

- **Opční kontrakty**

Jak bylo již uvedeno v kapitole věnující se definici základních komoditních derivátů, komoditní opce jsou podmíněné deriváty, které poskytují držitelu opce právo (nikoli povinnost) nakoupit nebo prodat komoditní futures kontrakt v dohodnutém okamžiku za pevně stanovenou cenu. Opční kontrakty uzavírané na LME burze jsou opce amerického typu, mohou být tedy uplatněny kdykoli v průběhu životnosti opce.

- **TAPOs (Traded Average Price Options)**

TOPOs jsou kontrakty, jejichž cena je odvozena od průměrné denní spotové ceny daného kovu v příslušném měsíci<sup>24</sup>. Tyto kontrakty tedy slouží k zajištění se proti cenovým výkyvům v měsíčních průměrných spotových cenách.

- **Monthly Average Futures**

Monthly Average Futures (dříve LMEswaps) je obdobou swapových kontraktů, kdy dva ekonomické subjekty se vzájemně zavazují vyměnit si mezi sebou předmětná aktiva, nebo finanční toky za předem stanovených podmínek (Rejnuš, 2014). V tomto případě se jedná o kontrakty, které umožňují zajistit se proti měsíční cenové volatilitě příslušného aktiva. Příklad: V dubnu 2015 se strana A chce zajistit proti cenové volatilitě mědi v srpnu 2015, nakoupí proto od strany B za aktuálně nabízenou fixní cenu Monthly Averages Futures mědi (jedná se o oficiální LME ceny, dochází k zaplacení požadovaného marginu). K vypořádání kontraktu (cenových diferencí) dojde 1. 9. 2015. V případě, kdy byla průměrná hodnota spotové ceny mědi za srpen 2015 vyšší než fixní cena Monthly Average Futures kontraktu platná v dubnu 2015, musí strana B zaplatit straně A příslušnou diferenci. Kontrakty jsou vypořádávány výhradně finančně.

<sup>24</sup> Svými vlastnostmi se řadí mezi asijské opce.

- **LMEminis**

LMEminis kontrakty se uzavírají pouze u nejlíkvnějších aktiv obchodovaných na LME burze, tedy u mědi, hliníku a zinku. LMEminis jsou nabízené od prosince 2006, jedná se o futures kontrakty, které se obchodují v menších objemech (lot size je zde 5 tun), čímž se tyto kontrakty stávají dostupnějšími.

- **LMEX (London Metal Exchange Index)**

Posledním druhem kontraktu, který je možné na LME burze již od roku 1984 uzavřít je LMEX. LMEX je index skládající se z futures kontraktů hliníku, mědi, niklu, olova, cínu a zinku, přičemž váha jednotlivých aktiv v indexu jsou stanoveny na základě světové produkce a likvidity za posledních 5 let (složení indexu LMEX platné k 12.10.2015 je uvedeno v tabulce č. 4). Svými vlastnostmi se opět jedná o produkt určený pro finanční vypořádávání kontraktů.

Tabulka 4 Složení indexu LMEX platné k 12.10.2015.

Podkladové aktivum	Hliník	Měď	Olovo	Nikl	Cín	Zinek
Přibližný počet lotů	25	20	5	5	3	8
Tonáž	625	500	125	30	15	200
Procentuální zastoupení v indexu	42,8	31,2	8,2	2,0	1,0	14,8

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z London Metal Exchange (2015).*

#### 2.4.2 Vztah mezi cenami spotovými a futures kontrakty na LME

Vztahu mezi spotovými a futures cenami se věnují 2 základní teorie uvedené v kapitole č. 2.1.3, a to Theory of storage a Theory of normal backwardation. Geman a Smith (2013) tuto závislost prostřednictvím modelu vycházejícím z Theory of storage u průmyslových kovů obchodovaných na LME testovali (přičemž u stanovení spreadu vycházeli ze vzorce č. 6 a u bezrizikové úrokové sazby vycházeli ze sazeb státních pokladničních poukázek USA) a potvrdili. Nutno podotknout, že tato skutečnost znamená, že ovlivňování ceny derivátů průmyslových kovů může mít dopad na spotové ceny těchto kovů.

$$\psi(t, T) = \frac{F(t, T) - S(t)e^{[r(t, T) + c(t, T)](T-t)}}{S(t)} \quad (6)$$

Kde  $F(t, T)$  je cena futures kontraktu v době  $t$  s datem dodání  $T$ ,  $S(t)$  spotová cena,  $e$  je Eulerovo číslo (exponenciální operátor),  $r(t, T)$  je roční bezriziková úroková sazba,  $c(t, T)$  jsou roční náklady na skladování fyzické komodity,  $\psi(t, T)$  je spread upravený o úroky a náklady na skladování.

### 2.4.3 Specifikace trhu s průmyslovými kovy

Trh s průmyslovými kovy je zásadní pro mnoho sektorů průmyslu, jako je automobilový průmysl, letecký průmysl, elektronický průmysl nebo stavební průmysl. Vývoj cen na komoditních trzích má nezpochybnitelný dopad na firmy obchodující s průmyslovými kovy. Jedná se přitom o přímý dopad ve formě změn aktuálních spotových cen jednotlivých kovů, v případě vyšší cenové volatility jde také o vyšší rizikovitost v oblasti hedgingu.

V této kapitole jsou charakterizované jednotlivé průmyslové kovy, jejich využitelnost, produkce, hlavní producenti a spotřeba. Bližší fundamentální analýza je předmětem zájmu následujících kapitol disertační práce.

- **Hliník**

Hliník je třetím nejvíce zastoupeným prvkem v zemské kůře (s podílem přibližně 8%) hned po kyslíku a křemíku. V přírodě se hliník vyskytuje zejména ve formě sloučenin, nejznámější rudou je bauxit  $\text{Al}_2\text{O}_3 \cdot 2\text{H}_2\text{O}$  (dehydrát oxidu hlinitého). Výroba primárního hliníku<sup>25</sup> zahrnuje 3 základní kroky: rozemletí bauxitu a smíchání s vápencem a hydroxidem sodným, konverze bauxitu na oxid hlinitý prostřednictvím Bayerova procesu a konverze oxidu hlinitého na hliník prostřednictvím Hall-Heroultova procesu (Turčinek, 2010).

Sektory průmyslového využití hliníku: Doprava (zejména pak automobilový a letecký průmysl), stavebnictví nebo balení.

---

<sup>25</sup> Primárním hliníkem je hliník vylitý/vyklopený z elektrolytických forem při elektrolytickém redukování metalurgického oxidu hlinitého. Neobsahuje tedy legované aditiva/přísady, ani recyklovaný hliník.

V tabulce č. 5 jsou uvedeny hodnoty světové produkce primárního hliníku v jednotlivých letech v tisících metrických tunách. V tabulce č. 6 jsou pak největší světoví producenti hliníku.

Tabulka 5 Hliník - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014.

Rok	Produkce v tis. mt	Spotřeba v tis. mt	Průměrná spotová cena v USD
2004	29857	30419	1715,54
2005	31905	31906	1898,31
2006	33938	34526	2569,90
2007	38132	38011	2638,18
2008	39 971	37 279	2 572,80
2009	37 706	34 460	1 664,83
2010	42 353	41 413	2 173,12
2011	45 789	45 095	2 401,39
2012	47 787	47 293	2 023,29
2013	50 602	51 038	1 846,67
2014	53 034	54 365	1 867,42

Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z WBMS - World Bureau of Metal Statistics (2015).

Tabulka 6 Hliník - top 5 producentů v roce 2011.

Top 5 producentů v roce 2011		
Pořadí	Země	Produkce v procentech
1	Čína	41 %
2	Ruská federace	9 %
3	Kanada	7 %
4	Austrálie	5 %
5	USA	4 %

Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z ArticEcon (2015).

- **Měď**

Měď je jedním z nejrozšířenějších materiálů používaných v průmyslu a přes stále rostoucí poptávku jsou celosvětové zásoby mědi stále na velmi vysoké úrovni (ICSG, 2014). Jedná se o vynikající elektrický vodič s vhodnými antikorozními vlastnostmi a je biostatická<sup>26</sup>. Měď je také používána k výrobě mnohem tvrdších slitin bronzu a mosazi (Shipman, 2007).

<sup>26</sup> Biostatický materiál je odolný vůči usazování bakterií.



Proces výroby mědi rafinací je potom následující (Metal centrum, 2015):

Výroba probíhá ve třech základních fázích – Pražení, tavení na měděný lech a zpracování kamínku na surovou měď. **Pražení** – podstatou první fáze je odstranění síry z rudy a převedení sulfidů na oxidy. **Tavení na měděný lech** – probíhá v plamenné peci asi při 1 400°C za přidání koksu a struskových přísad (nejčastěji oxid křemičitý), čímž se odstraní sulfid železnatý. Oxid měďnatý se znovu mění na sulfid, sulfid železnatý reaguje s oxidem křemičitým na křemičitan železnatý. Vzniklý sulfid měďný se s dalšími sloučeninami usazuje na dně taveniny v podobě měděného lechu neboli kamínku. **Zpracování kamínku na surovou měď** – tavenina měděného lechu se zpracovává s křemenem dmýcháním vzduchu v konventoru (Bessemerův konventor). Zbylý sulfid železnatý přechází na oxid a vytváří strusku. Sulfid měďnatý oxiduje na oxid měďnatý, ten reaguje se sulfidem měďným na kovovou měď.

Sektory průmyslového využití mědi: zejména elektronické součástky a stavebnictví.

V tabulce č. 7 jsou uvedeny hodnoty světové produkce rafinované mědi v jednotlivých letech v tisících metrických tunách. V tabulce č. 8 jsou pak největší světoví producenti mědi.

Tabulka 7 Měď - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014.

Rok	Produkce v tis. mt	Spotřeba v tis. mt	Průměrná spotová cena v USD/mt
2004	15 847,42	16 777,48	2 865,89
2005	16 542,86	16 668,85	3 678,88
2006	17 243,07	16 891,85	6 722,14
2007	17 775,56	18 027,24	7 118,23
2008	18 112,17	17 825,87	6 955,88
2009	18 227,33	17 223,60	5 149,74
2010	18 807,56	18 954,54	7 534,78
2011	19 517,33	19 494,86	8 828,19
2012	19 924,49	19 752,29	7 962,35
2013	20 755,54	20 814,84	7 332,10
2014	21 871,25	21 528,80	6 863,40

Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z CRU Group (2015).

Tabulka 8 Měď - top 5 producentů v roce 2010.

<b>Top 5 producentů v roce 2010</b>		
<b>Pořadí</b>	<b>Země</b>	<b>Produkce v procentech</b>
1	Chile	33 %
2	Peru	8 %
3	Čína	7 %
4	USA	7 %
5	Austrálie	5 %

*Zdroj Zpracováno autorem na základě dat z CRU Group (2015).*

- **Olovo**

Olovo je těžký, šedivý a vysoce toxický kovový prvek. Výroba primárního olova se nejčastěji provádí oxidací galenitu v olovářských konvertorech za vzniku oxidu olovnatého s jeho následnou redukcí pomocí oxidu uhelnatého v šachtové peci. (podrobnější popis procesu výroby olova je dostupný na webové adrese [www.prvky.com](http://www.prvky.com)).

Sektory průmyslového využití olova: výroba baterií, akumulátorů nebo výroba radioaktivních materiálů, jako je rentgenový přístroj.

V tabulce č. 9 jsou uvedeny hodnoty světové produkce primárního olova v jednotlivých letech v tisících metrických tunách. V tabulce č. 10 jsou pak největší světoví producenti olova.

Tabulka 9 Olovo - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014.

<b>Rok</b>	<b>Produkce v tis. Mt</b>	<b>Spotřeba v tis. mt</b>	<b>Průměrná spotová cena v USD/mt</b>
2004	6 821,00	7 128,00	886,55
2005	7 636,00	7 808,00	976,37
2006	7 937,00	7 945,00	1 289,72
2007	8 122,00	8 171,00	2 579,99
2008	8 653,00	8 648,00	2 090,66
2009	9 211,00	9 223,00	1 719,27
2010	9 849,00	9 808,00	2 148,45
2011	10 605,00	10 439,00	2 400,81
2012	10 549,00	10 479,00	2 064,64
2013	11 126,00	11 115,00	2 139,79
2014	10 975,00	10 952,00	2 095,46

*. Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z WBMS (2015).*

Tabulka 10 Olovo - top 5 producentů v roce 2012.

Top 5 producentů v roce 2012		
Pořadí	Země	Produkce v procentech
1	Čína	29,0 %
2	Austrálie	11,5 %
3	USA	6,9 %
4	Peru	5,0 %
5	Mexiko	4,7 %

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z International Lead Association (2015).*

- **Nikl**

Nikl je lesklý stříbrný kov a je pátým nejvíce zastoupeným prvkem na Zemi<sup>27</sup>, většina Niklu je nicméně nepřístupná v jádru Země nebo na dně oceánů. Průzkumy odhadují, že při aktuálních cenách a tempu těžby jsou zásoby niklu „pouze“ na více než 100 let při zachování rentability těžby, což však může ovlivnit technologický rozvoj, který by mohl vést k budoucí efektivnější těžbě tohoto kovu (INSG – International Nickel Study Group, 2015). Nikl je také dobrým vodičem elektřiny a často se používá pro výrobu slitin.

Výroba niklu je poměrně složitá a závislá na použité rudě. V konečné fázi se většinou získává oxid nikelnatý, který se redukuje koksem za vzniku elementárního niklu. Tím se získává značně nečistý nikl, který se proto ještě přečišťuje elektrolyzou. Druhý výrobní proces využívaným pro výrobu velmi čistého niklu (více než 99,99%) je tzv. Mondolový proces, při kterém jako meziproduct vzniká sloučenina tatrakarbonyl nikl (podrobnější informace k výrobě niklu jsou dostupné na webové adrese [www.ateam.zcu.cz](http://www.ateam.zcu.cz)).

Sektory průmyslového využití niklu: zejména se jedná o výrobu nerezové oceli, čehož se využívá v elektronice, v automobilovém nebo stavebním průmyslu, další využití je i v oblasti chemického průmyslu.

V tabulce č. 11 jsou uvedeny hodnoty světové produkce primárního niklu v jednotlivých letech v tisících metrických tunách. V tabulce č. 12 jsou pak největší světoví producenti niklu.

<sup>27</sup> Pouze železo, kyslík, křemík a hořčík jsou zastoupeny více.

Tabulka 11 Nikl - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014.

Rok	Produkce v tis. mt	Spotřeba v tis. mt	Průměrná spotová cena v USD/mt
2004	1 252,00	1 247,00	13 823,24
2005	1 295,00	1 297,00	14 743,96
2006	1 330,00	1 390,00	24 254,41
2007	1 446,00	1 354,00	37 229,81
2008	1 352,00	1 293,00	21 110,64
2009	1 327,00	1 305,00	14 654,63
2010	1 433,00	1 424,00	21 808,85
2011	1 666,00	1 670,00	22 910,36
2012	1 790,00	1 750,00	17 547,55
2013	1 985,00	1 798,00	15 031,80
2014	1 903,00	1 706,00	16 893,38

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z WBMS (2015).*

Tabulka 12 Nikl - top 5 producentů v roce 2011.

Top 5 producentů v roce 2011		
Pořadí	Země	Produkce v tis. mt
1	Ruská federace	16 %
2	Indonésie	13 %
3	Filipíny	11 %
4	Kanada	11 %
5	Austrálie	10 %

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z ArticEcon (2015).*

- **Cín**

Cín je měkký kov, který má bílo-stříbrnou barvu. Výskyt cínu je na zemském povrchu poměrně vzácný (jedná se až o 49. nejčastěji se vyskytující prvek). Cín je odolný proti korozi vodou, atmosférickým vlivům a proti různým organickým kyselinám obsaženým v potravinách.

Výroba cínu probíhá v několika krocích. Prvním krokem je žárová redukce koksem v šachtových nebo plamenných pecích. Vzniklá struska však stále obsahuje značné množství cínu. Druhým krokem je tedy tzv. redukční nebo srážecí pochod. U redukčního pochodu je vzniklá struska ještě s vápnem a koksem tavena v plamenných pecích, u srážecího pochodu je cín získáván tavením se železným šrotem (Kažimír, 2013).

Sektory průmyslového využití cínu: zejména potravinářský průmysl nebo sklářský průmysl.

V tabulce č. 13 jsou uvedeny hodnoty světové produkce cínu v jednotlivých letech v tisících metrických tunách. V tabulce č. 14 jsou pak největší světoví producenti cínu.

Tabulka 13 Cín - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014.

Rok	Produkce v tis. mt	Spotřeba v tis. mt	Průměrná spotová cena v USD/mt
2004	312,40	327,70	8 512,73
2005	346,80	335,50	7 379,83
2006	357,20	367,80	8 780,83
2007	353,90	372,70	14 536,83
2008	339,70	350,70	18 510,09
2009	339,68	322,10	13 573,88
2010	354,20	360,60	20 405,62
2011	355,80	360,40	26 053,68
2012	334,68	339,50	21 125,99
2013	340,49	349,30	22 282,80
2014	369,53	361,30	21 898,87

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z CRU Group (2015).*

Tabulka 14 Cín - top 5 producentů v roce 2010.

Top 5 producentů v roce 2010		
Pořadí	Země	Produkce v tis. mt
1	Čína	50 %
2	Indonésie	17 %
3	Peru	13 %
4	Bolívie	8 %
5	Brazílie	7 %

*Zdroj Zpracováno autorem na základě dat z CRU Group (2015).*

- **Zinek**

V zemské kůře se vyskytuje přibližně 0,007 procent zinku, je teda o něco málo běžnější než měď. Zinek je vhodný díky svým antikorozním vlastnostem pro výrobu různých slitin železa (pozinkování). Významnou slitinou je potom slitina zinku s mědí, tedy mosaz.

Zinek se vyrábí ze sulfidických rud, které jsou následně zušlechťovány ve dvou krocích – prvním krokem je mletí nebo drcení rudy, druhým krokem je pak separování zinku od ostatního materiálu, které probíhá prostřednictvím flotačních technik a následným pražením rudy (Dunsby, 2008).

Sektory průmyslového využití cínu: zejména potravinářský průmysl nebo sklářský průmysl.

V tabulce č. 15 jsou uvedeny hodnoty světové produkce cínu v jednotlivých letech v tisících metrických tunách. V tabulce č. 16 jsou pak největší světoví producenti cínu.

Tabulka 15 Zinek - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014.

<b>Rok</b>	<b>Produkce v tis. mt</b>	<b>Spotřeba v tis. mt</b>	<b>Průměrná spotová cena v USD/mt</b>
<b>2004</b>	10 158,00	10 457,00	1 047,75
<b>2005</b>	10 229,00	10 771,00	1 381,31
<b>2006</b>	10 691,00	11 248,00	3 275,29
<b>2007</b>	11 360,00	11 275,00	3 242,36
<b>2008</b>	11 772,00	11 574,00	1 874,71
<b>2009</b>	11 282,00	10 920,00	1 655,11
<b>2010</b>	12 896,00	12 646,00	2 160,74
<b>2011</b>	13 064,00	12 695,00	2 193,90
<b>2012</b>	12 630,00	12 383,00	1 950,41
<b>2013</b>	12 872,00	12 975,00	1 910,26
<b>2014</b>	13 311,00	13 573,00	2 160,97

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat z WBMS (2015).*

Tabulka 16 Zinek - top 5 producentů v roce 2010.

<b>Top 5 producentů v roce 2010</b>		
<b>Pořadí</b>	<b>Země</b>	<b>Produkce v tis. mt</b>
<b>1</b>	Čína	29 %
<b>2</b>	Peru	13 %
<b>3</b>	Austrálie	10 %
<b>4</b>	USA	6 %
<b>5</b>	Kanada	6 %

*Zdroj Zpracováno autorem na základě dat ze Zincore Metals (2015).*

### 3 Metodologické přístupy pro zpracování disertační práce

Výzkumem dle literatury Business Research rozumíme proces šetření a vyšetřování, který je systematický a metodologický, a který rozšiřuje znalosti (Collis, Hussey, 2003). Existují různé typy výzkumu, rozlišujeme je dle účelu (rozšiřující, popisný, analytický nebo prediktivní), podle procesu (kvalitativní a kvantitativní), podle logiky (deduktivní induktivní) a podle výsledku (aplikovaný a základní).

#### 3.1 Základní dělení dat a metody vědecké práce

Data mohou být získána z primárních nebo sekundárních zdrojů. Primární údaje se vztahují na informace získané výzkumníkem z „první ruky“ o zájmu o konkrétní účel této studie. Sekundární údaje se týkají informací získaných ze zdrojů, které již existují (Sekaran a Bougie, 2009).

Sekundární data, která jsou v rámci disertační práce (s ohledem na danou problematiku zabývající se zejména sledování vývoje časových řad) upřednostňována, se dělí na interní a externí.

**Interní sekundární data** – jsou ty informace, které subjekt shromáždil za jiným účelem v minulosti a které lze použít i pro řešení aktuálního problému. Příkladem jsou účetní výkazy, databáze zákazníků nebo evidence pracovníků.

**Externí sekundární data** – mohou být například výsledky výzkumu prováděných výzkumnými institucemi. Příkladem jsou výzkumy agentur, údaje Českého statistického úřadu nebo údaje dostupné z médií (Liška, 2004).

##### 3.1.1 Metody empirické

Využití metod kvantitativního a kvalitativního výzkumu slouží k získávání primárních dat, přičemž kvantitativní výzkum je prováděn s cílem postihnout dostatečně velký výběr vzorku. Kvalitativní výzkum zjišťuje příčiny a motivy chování lidí.

Disertační práce se zaměřuje na kvantitativní výzkum – v číselném vyjadřování faktorů ovlivňujících organizované trhy s průmyslovými kovy.

### **3.1.2 Metody logické**

Metody logické využívají pro dosažení vytyčeného cíle principy logiky a logické myšlení autora. Tyto metody jsou tvořeny trojicí párových metod a to:

- Indukce – dedukce
- Analýza – syntéza
- Abstrakce – konkretizace

#### **Indukce – dedukce**

Indukce je proces, při kterém se z jedinečných výroků či poznatků o určitém subjektu usuzuje na obecný závěr. Jinak řečeno jedná se o postup od zvláštního nebo specifického k obecnému.

Dedukce je proces, při kterém se z přijatých výroků a poznatků (premis) dospívá k novému poznatku, tvrzení či závěru. Jinak řečeno jedná se o postup od obecného k specifickému, jednotlivému. Zpracování disertační práce je deduktivní – zaměřeni se na zhodnocení obecného obchodování organizovaných komoditních trhů s průmyslovými kovy a vyvození konkrétních výsledků.

#### **Analýza – syntéza**

Analýza je považována za všeobecnou metodu, která zkoumá jednotlivé složky a vlastnosti celku. Cílem této metody je rozložení zkoumaného subjektu na části a zkoumání podstaty, vazeb a zákonitostí mezi nimi.

Syntéza je metodou opačnou, doplňující, která shrnuje, sjednocuje jednotlivé části, složky – tedy základní prvky v celek. Syntéza má jako metodologický princip analýzu vždy doplňovat.

V oblasti trhů s průmyslovými kovy je nezbytné se zaměřit na analýzu dat komoditní burzy LME. Stejně tak jsou analyzovány další makroekonomická data nebo data zabývající se spotřebou a produkcí jednotlivých kovů.



## **Abstrakce – konkretizace**

Abstrakce je myšlenkový proces, který zjišťuje podstatné vlastnosti a vztahy, čímž se utváří nový objekt zahrnující jen společné charakteristiky. Proces abstrakce je tedy procesem vytváření nových pojmů. Abstrakci si v tomto případě můžeme přestavit v záměrném neuvažování nepodstatných vlastností systému komoditních trhů.

Konkretizace je procesem učinění něčeho nekonkrétního konkrétním, tedy vyhledání konkrétního objektu ze skupiny objektů (Kučera, Radvan 2000).

## **3.2 Zdroje dat**

Disertační práce vychází ze sekundárních dat, což je v souladu s cílem analyzovat vývoj cen průmyslových kovů v čase, tedy časové řady cen průmyslových kovů. V rámci této analýzy je hodnocena také závislost na ostatních (vstupních) proměnných, u kterých existuje předpoklad, že cenu průmyslových kovů ovlivňují. Použitá data jsou rozdělena do 3 skupin: ceny průmyslových kovů; produkce, spotřeba a zásoby; makroekonomické determinanty.

### **3.2.1 Kurzy průmyslových kovů**

První skupinou jsou samotné kurzy (ceny) průmyslových kovů. Jak bylo popsáno v teoretické části práce, v rámci obchodování s průmyslovými kovy na LME existují kromě spotových cen také ceny (aktuální burzovní kurzy) pro futures kontrakty s různým časovým intervalem zbývajícím do fyzického vypořádání kontraktu.

V použitých metodách jsou vždy použity burzovní kurzy futures kontraktů s tříměsíční expirací. Kurz futures kontraktu neboli jeho cena je vždy za jednu 1 metrickou tunu. Značení kurzů jednotlivých kovů je použité stejné, jako je jejich chemické označení – viz tabulka č. 17. V disertační práci jsou dle konkrétního modelu použité průměrné měsíční nebo roční kurzy 3m futures kontraktů z burzy LME v časovém intervalu od 1/1998 do 3/2015<sup>28</sup>.

---

<sup>28</sup> Délka časového intervalu může být u některých analýz kratší – v závislosti na dostupnosti dat ostatních analyzovaných proměnných v rámci použitého modelu.

Tabulka 17 Zkratky kurzů 3m futures kontraktů analyzovaných průmyslových kovů.

<b>Popis</b>	<b>Označení</b>
Hliník futures kontrakt 3m	P (Al)
Měď futures kontrakt 3m	P (Cu)
Olovo futures kontrakt 3m	P (Pb)
Nikl futures kontrakt 3m	P (Ni)
Cín futures kontrakt 3m	P (Sn)
Zinek futures kontrakt 3m	P (Zn)

*Zdroj: Zpracováno autorem.*

### 3.2.2 Produkce, spotřeba a zásoby

Druhou skupinou jsou data o produkci, spotřebě a zásobách daného kovu.

- **Světová produkce, spotřeba a zásoby**

Měsíční data o světové produkci, spotřebě a zásobách jednotlivých kovů nejsou veřejně dostupná. Nejvýznamnější institucí, která tato data poskytuje je WBMS (World Bureau of Metal Statistics), kde je možné získat veškeré údaje na měsíční bázi. Přístup do databáze WBMS je určený zejména pro společnosti, které s těmito kovy obchodují, přístupová práva jsou však zpoplatněna.

Další institucí, která poskytuje tato data, ovšem ne vždy na měsíční bázi, je společnost CRU. CRU je nezávislá společnost věnující se světovému výzkumu v oblasti průmyslových kovů<sup>29</sup>. CRU mi poskytla pro vědecké účely přístup do databáze se statistickými údaji se světovou produkcí, spotřebou a zásobami mědi a cínu. Frekvence dat je čtvrtletní a časový interval Q1/2000 až Q1/2015.

U ostatních kovů (hliník, olovo, nikl a zinek) jsou analyzovány pouze roční data v časovém intervalu od roku 1998 do roku 2014. Data o produkci a spotřebě jsou získána z databáze WBSN. Data o celosvětové hodnotě zásob hliníku poskytla společnost International Primary Aluminium Institute<sup>30</sup>. U olova, niklu a zinku byla pro

<sup>29</sup> Více informací o společnosti je možné získat na následující internetové adrese: [www.crugroup.com](http://www.crugroup.com).

<sup>30</sup> Více informací o této instituci je možné získat na internetovém odkazu [www.world-aluminium.org](http://www.world-aluminium.org).

potřeby disertační práce použit, v rámci hodnocení stavu zásob, pouze stav zásob evidovaných na LME (viz následující podkapitola). Analýza stocks-to-use ratio, které hodnotí vztah mezi produkcí, spotřebou a zásobou je vždy kalkulována na základě dat v jednotkách tisíců metrických tun. Zkratky použitých dat jsou uvedeny v tabulce č. 18.

Tabulka 18 Zkratky základních fundamentálních faktorů analyzovaných průmyslových kovů.

<b>Popis</b>	<b>Označení</b>
Světová produkce hliníku	GP (Al)
Světová produkce mědi	GP (Cu)
Světová produkce olova	GP (Pb)
Světová produkce niklu	GP (Ni)
Světová produkce cínu	GP (Sn)
Světová produkce zinku	GP (Zn)
Světová spotřeba hliníku	GC (Al)
Světová spotřeba mědi	GC (Cu)
Světová spotřeba olova	GC (Pb)
Světová spotřeba niklu	GC (Ni)
Světová spotřeba cínu	GC (Sn)
Světová spotřeba zinku	GC (Zn)
Světové zásoby hliníku	GS (Al)
Světové zásoby mědi	GS (Cu)
Světové zásoby olova	GS (Pb)
Světové zásoby niklu	GS (Ni)
Světové zásoby cínu	GS (Sn)
Světové zásoby zinku	GS (Zn)

*Zdroj: Zpracováno autorem.*

- **Zásoby evidované na LME**

LME pravidelně aktualizuje denní hodnoty zásob, které jsou evidovány v registrovaných skladech. Analýzy, které se zaměřují na vztah mezi cenou průmyslových kovů a zásobami jsou kalkulovány na měsíční bázi, kde je měsíční hodnota zásob vypočítaná jako aritmetický průměr denních hodnot v jednotlivých měsících v metrických tunách. Měsíční data zdarma poskytuje společnost Westmetall<sup>31</sup>, data jsou dostupná od 1/2002, pouze u niklu jsou měsíční data dostupná až od 5/2006. Posledním analyzovaným obdobím je potom 3/2015. Zkratky pro zásoby evidovaných na LME jsou uvedeny v tabulce č. 19.

Tabulka 19 Zkratky pro stav zásob průmyslových kovů evidovaných na LME.

<b>Popis</b>	<b>Označení</b>
Zásoby hliníku evidované na LME skladech	LMEs (Al)
Zásoby mědi evidované na LME skladech	LMEs (Cu)
Zásoby olova evidované na LME skladech	LMEs (Pb)
Zásoby niklu evidované na LME skladech	LMEs (Ni)
Zásoby cínu evidované na LME skladech	LMEs (Sn)
Zásoby zinku evidované na LME skladech	LMEs (Zn)

*Zdroj: Zpracováno autorem.*

### 3.2.3 Makroekonomické determinanty

Třetí skupinou dat, jsou data vztahující se k makroekonomickým determinantům. Na základě stávajících vědeckých studií, které se zabývají vazbou mezi cenami komoditních aktiv a makroekonomickými determinanty, byly identifikovány různé makroekonomické determinanty, kterými jsou ukazatele ekonomického růstu, úrokových sazeb, množství peněz v ekonomice, inflace, měnových kurzů a pro komplexnější zhodnocení také ukazatel sentimentu na akciových trzích – index volatility VIX neboli „index strachu“. Zkratky jednotlivých ukazatelů jsou uvedeny v tabulce č. 20. Makroekonomické determinanty jsou analyzovány v časovém intervalu od 1/2000 do 3/2015.

<sup>31</sup> Více informací o společnosti je možné získat na následující internetové adrese: [www.westmetall.com](http://www.westmetall.com). U LME jsou tato data zpoplatněna.

- **Ekonomický růst**

Ekonomický růst je v této práci determinován prostřednictvím ukazatelů indexů nákupních manažerů (PMI – Purchasing Managers Index), jež jsou indikátory očekávání budoucího vývoje ekonomiky z řad manažerů podnikové sféry, a také prostřednictvím indexů průmyslové produkce. V rámci indexů nákupních manažerů jsou do analýz zahrnuty: Global Manufacturing PMI, PMI index Číny a PMI index Spojených států amerických. Historická data globálního PMI indexu a PMI indexu Spojených států amerických pro vědecké účely poskytla společnost Markit and JPMorgan. Data k indexu PMI Číny jsou pak dostupná na National Bureau of statistics of China. V rámci indexu průmyslové produkce jsou analyzovány indexy Spojených států amerických, Číny a ukazatel průmyslové produkce evropských zemí, zdrojem dat je v tomto případě databáze OECD. Ukazatel hrubého domácího produktu byl nahrazen výše uvedenými ukazateli z důvodu dostupnosti pouze čtvrtletních dat u Spojených států amerických a Číny.

- **Krátkodobé úrokové sazby**

Krátkodobé úrokové sazby jsou obecně považovány za významné makroekonomické determinanty. Jako vstupní proměnné jsou v práci analyzovány jednak nejvýznamnější tříměsíční globální krátkodobé úrokové sazby, tedy krátkodobé úrokové sazby *Spojených států amerických, Velké Británie, Eurozóny a Číny*, u analýzy cen niklu, s ohledem na dominantní postavení Ruské federace v produkci tohoto kovu, jsou použity také sazby *Ruské federace*. Zdrojem dat jednotlivých krátkodobých úrokových sazeb je OECD statistics.

- **Množství peněz v ekonomice**

Za vhodný globální ukazatel množství peněz v ekonomice je považován ukazatel BIS (Bank for International Settlements) global liquidity<sup>32</sup>. Nevýhodou tohoto ukazatele je čtvrtletní frekvence publikování dat. S ohledem na tuto skutečnost je v práci použitý index monetárních agregátů M3 členských zemí OECD (Organizace pro hospodářskou spolupráci a rozvoj), kde jsou data s měsíční frekvencí. Země začleněné do OECD

---

<sup>32</sup> Detailní informace jsou dostupné na <https://www.bis.org/statistics/gli.htm?m=6|333>.

přítom dle oficiálních internetových stránek OECD reprezentují 60 % světového a  $\frac{3}{4}$  světového obchodu<sup>33</sup>.

- **Inflace**

Inflace je zde hodnocena jako index spotřebitelských cen, zdrojem dat je World Bank a vstupní proměnnou jsou inflace zemí eurozóny, inflace Spojených států amerických, inflace Číny, inflace Ruské Federace (u niklu) a celková inflace zemí začleněných do World Bank.

- **Nominální efektivní kurzy**

Nominální efektivní kurzy znázorňují, jak ve sledovaném období ve srovnání s obdobím základním nominálně posílila či naopak oslabila měna daného státu vůči koši vybraných zahraničních měn<sup>34</sup>, jednotlivá data jsou dostupná na Bank for International Settlements<sup>35</sup>. V rámci nominálních efektivních úrokových sazeb je analyzována síla amerického dolaru a čínského jüanu. Americký dolar je vybrán z důvodu, že obchody na LME jsou obvykle realizované v amerických dolarech. Čínský jüan byl vybrán z důvodu dominantního postavení Číny z hlediska spotřeby průmyslových kovů. Mezi danými průmyslovými kovy se předpokládá inverzní vztah mezi cenou průmyslových kovů a silou dané měny. V rámci těchto analýz je možné zvažovat začlenění i jiných měn, jako je chilské peso, protože Chile je dominantním producentem mědi. V tomto případě by byl naopak předpoklad kladné korelace mezi silou chilského pesu a cenou mědi. Nicméně se domnívám, že mezi cenou mědi a silou chilského pesu existuje spíše závislost síly chilského pesu na ceně mědi nikoli naopak<sup>36</sup>.

- **Index volatility VIX**

Indexy volatility jsou obecně indikátory sentimentu (nálad) investorů. Index volatility VIX je navázán na akciový index S&P 500, což je široký, tržní kapitalizací vážený burzovní index, v němž jsou de facto zahrnuty nejvýznamnější americké společnosti obchodované na NYSE, NASDAQu a AMEXu, zahrnující všechna odvětví ekonomiky.

---

<sup>33</sup> Opodstatnění tohoto ukazatele je potvrzené také výsledkem korelace čtvrtletních dat OECD monetárních agregátů M3 a dat z global liquidity BIS, která se blíží hodnotě 1.

<sup>34</sup> Při výpočtu je používán vážený geometrický průměr.

<sup>35</sup> Internetová adresa [www.bis.org](http://www.bis.org)

<sup>36</sup> Pozn. chilské HDP je dle zpravodajství FIO banky až z 20% tvořeno právě příjmy z produkce mědi.

Konstrukce indexu je vytvořena na základě vývoje velikosti opčních premií při obchodování indexu S&P 500, dává tedy relativně věrný obraz o změnách v psychice investorů. Index volatility VIX není typickým makroekonomickým determinanem, ale v této práci je do daných analýz začleněn z důvodu předpokladu, že tržní sentiment je jedním z pozorně sledovaných tržních ukazatelů jednotlivými účastníky trhu.

Tabulka 20 Zkratky makroekonomických determinantů.

<b>Popis</b>	<b>Označení</b>
Index průmyslové produkce Spojených států amerických	USIP
Index průmyslové produkce Číny	CHIP
Index průmyslové produkce Evropa	EURIP
Index nákupních manažerů ve výrobě – globální	GPMI
Index nákupních manažerů ve výrobě – Spojené státy americké	USPMI
Index nákupních manažerů ve výrobě – Čína	CHPMI
Krátkodobé úrokové sazby – Spojené státy americké	USSTIR
Krátkodobé úrokové sazby – Čína	CHSTIR
Krátkodobé úrokové sazby – Eurozóna	EURSTIR
Krátkodobé úrokové sazby – Velká Británie	UKSTIR
Krátkodobé úrokové sazby – Ruská federace	RSTIR
Index monetárních agregátů M3 členských zemí OECD	MAM3
Inflace – globální	GIR
Inflace – Spojené státy americké	USIR
Inflace – Čína	CHIR
Inflace – Eurozóna	EURIR
Inflace – Ruská federace	RSTIR
Nominální efektivní kurzy – americký dolar	NEERUSD
Nominální efektivní kurzy – čínský jüan	NEERJUAN
Nominální efektivní kurzy – euro	NEEREURO
Index volatility – VIX	VIX

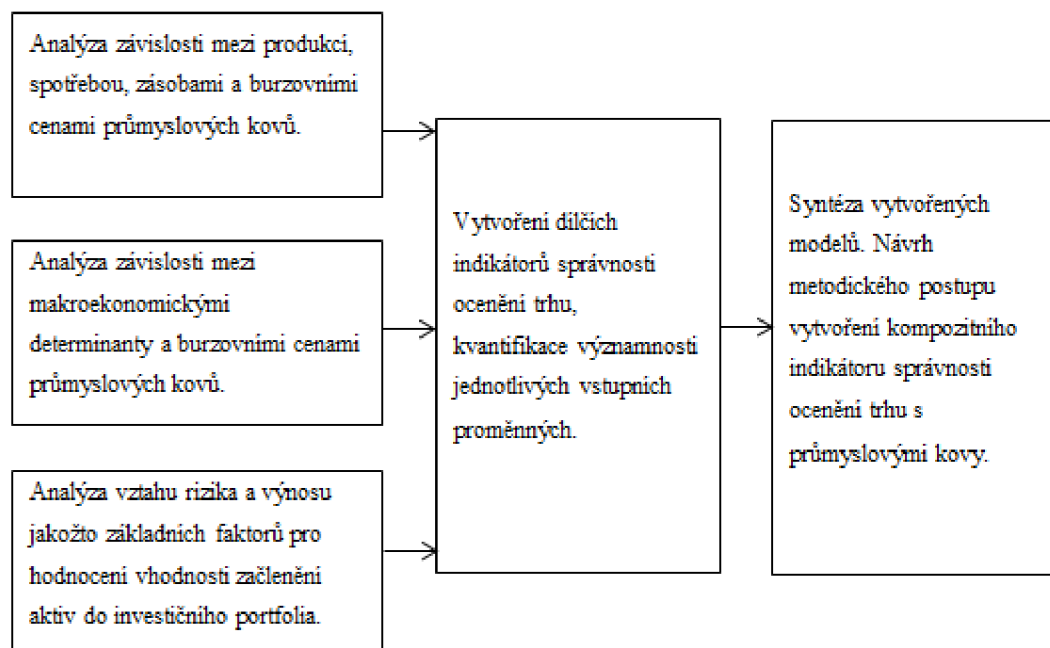
*Zdroj: Zpracováno autorem.*

### 3.3 Použité metody

Vzhledem ke komplexnosti řešené problematiky, je nezbytné rozdělit použité metody do několika skupin, které se věnují analýze základních fundamentálních faktorů, makroekonomických determinantů a vhodnosti zařazení průmyslových kovů do investičního portfolia. Jednotlivé metody tedy slouží k dosažení výsledků pro splnění speciálních cílů disertační práce.

Výsledky následně umožní selektovat významné proměnné pro komplexní model, který by byl schopný generovat signály možného nadhodnocení nebo podhodnocení vybraných průmyslových kovů. Níže je uvedené schématické znázornění postupu řešení disertační práce – Obrázek č. 4.

Obrázek 4 Schématické znázornění postupu řešení disertační práce.



*Zdroj: Zpracováno autorem.*

#### 3.3.1 Metody k hodnocení vztahu mezi základními fundamentálními faktory a cenami průmyslových kovů

V rámci analýzy základních fundamentálních faktorů komoditního trhu, tedy produkce, spotřeby a zásoby příslušné komodity, je v disertační práci analyzována jednak závislost mezi reálnými cenami (kurzy) 3m futures kontraktů a hodnotami ukazatele stocks-to-



use ratio, tak závislost mezi reálnými cenami (kurzy) 3m futures kontraktů a zásobami příslušného kovu na burze LME.

Při hodnocení výše uvedených proměnných je mj. aplikovaný Spearmanův korelační koeficient (matematické vyjádření je uvedeno ve vzorci č. 7, převzato z Hendl, 2004), který popisuje jak lineární tak nelineární závislosti. Uvedený vzorec nabývá hodnot v intervalu  $\langle -1; 1 \rangle$ , přičemž hodnota  $-1$  značí zcela nepřímou závislost (antikorelaci), hodnoty kolem  $0$  (nekorelovanost) znamenají, že není žádná statisticky zjistitelná lineární závislost, a hodnota  $1$  znamená zcela přímou lineární závislost. Výhodou tohoto korelačního koeficientu v porovnání s Pearsonovým korelačním koeficientem je, že se jedná o neparametrickou metodu, která využívá při výpočtu pořadí hodnot sledovaných veličin, nevyžaduje tedy ze statistického hlediska normální rozdělené dat.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n D_i^2}{n \cdot (n^2 - 1)} \quad (7)$$

Kde,  $D_i$  jsou rozdíly pořadí  $R_x$  a  $R_y$  hodnot  $x_i$  a  $y_i$  vzhledem k ostatním hodnotám seřazeného výběru dle velikosti.

K výpočtu korelačních koeficientů je použitý software Statistica 12.

- **Hodnocení vztahu mezi stavem nabídky, poptávky a reálnými cenami kovů**

Vhodný způsob pro hodnocení vzájemné závislosti mezi nabídkou, poptávkou a cenou komodit je ukazatel stocks-to-use ratio (SUR). SUR ve svých publikacích využili například Piesse, Thirtlec (2009), Dawe (2009) nebo Bobenrieth a spol. (2013). Přestože se jedná o ukazatel užívaný především pro zemědělské plodiny, je jej možné aplikovat i pro průmyslové kovy, vycházíme-li z předpokladu, že se cena komodit odvíjí od jejich základních fundamentálních faktorů.

Ukazatel SUR hodnotí vzájemné vztahy mezi produkcí, spotřebou a zásobami v analyzovaném období. Matematické vyjádření ukazatele SUR aplikovaného v této práci je následující:

$$SUR = \frac{S + GP - GC}{GC} \cdot 100 \quad (8)$$

Kde  $S$  je počáteční hodnota zásob (dle dostupných dat jsou použité buď celkové světové hodnoty zásob – u hliníku, mědi a cínu, nebo stavy zásob reportované na LME burze u olova, niklu a zinku),  $GP$  je celková hodnota světové produkce vybraných průmyslových kovů za sledované období,  $GC$  je celková hodnota spotřeby za sledované období a  $SUR$  je ukazatel stocks-to-use ratio vyjádřený v procentních bodech.

V rámci hodnocení vztahu mezi reálnou cenou futures kontraktu  $P$  (k získání reálné ceny je použitý index spotřebitelských cen ve Spojených státech amerických aplikovaný na aritmetický průměr kurzů 3 měsíčních futures kontraktů za sledované období) a ukazatele  $SUR$ , lze očekávat existenci inverzního vztahu, neboli stavu, kdy snížení ukazatele  $SUR$  vede k růstu ceny daného kovu. Pro potvrzení inverzního vztahu je použitý výše uvedený Spearmanův korelační koeficient.

Pro účely posouzení nadhodnocení nebo podhodnocení daného komoditního trhu, je v práci použitý následující indikátor správnosti ocenění trhu:

$$\text{Indikátor správnosti ocenění} = SUR \cdot P_{real} - MA(SUR \cdot P_{real}) \quad (9)$$

Kde  $SUR$  je stocks-to-use ratio,  $P_{real}$  je reálná cena jednotlivých průmyslových kovů (získaná na základě průměrných reálné ceny – kurzů futures kontraktů v jednotlivých obdobích),  $MA(SUR \cdot P_{real})$  je funkce klouzavého průměru,

U kovů kde jsou k dispozici čtvrtletní data (tj. u mědi a cínu) byl zvolen 2 letý klouzavý průměr a u kovů, kde jsou k dispozici pouze roční data (ostatní analyzované kovy), byl zvolen z důvodu menšího počtu dat 3 letý klouzavý průměr, což vnáší do modelu zpoždění. Vzhledem k dostupnosti dat pouze na čtvrtletní nebo roční bázi, není možné analyzovat volatilitu dat v měsíčních intervalech<sup>37</sup>.

Jedná se tedy o indikátor, který hodnotí nadhodnocení nebo podhodnocení dvouletého, resp. tříletého klouzavého průměru součinu průměrných reálných cen kovů a ukazatele  $SUR$ . Tento indikátor nevyjadřuje procentuální nadhodnocení/podhodnocení trhu, nýbrž

---

<sup>37</sup> Data na měsíční bázi je možné zakoupit na World Bureau of Metal Statistics, aktuální cena přístupu do databáze je 8 980 GBP, platné k 15.4.2015.

vyjadřuje, o kolik je tento součin rozdílný oproti jeho dvouletému (tříletému) klouzavému průměru, dochází tak k porovnávání aktuálního stavu s historickým vývojem. Obdobný indikátor byl použitý například Treglerem (2005) v rámci hodnocení vztahu mezi akciovým indexem S&P 500 a indexem volatility VIX, s tím rozdílem, že vzhledem k charakteru závislosti mezi proměnnými je v disertační práci využitý klouzavý průměr součinu vstupních hodnot, nikoli podílu.

- **Hodnocení vztahu mezi reálnými cenami kovu a stavem zásob LME burzy a reálnými cenami kovů**

Druhou použitou metodou v této kapitole je hodnocení závislosti mezi změnou stavu zásob evidovaný burzou LME a reálnou změnou kurzů futures kontraktů jednotlivých průmyslových kovů. Postup výpočtu je obdobný jako u hodnocení vztahu mezi stavem nabídky, poptávky a reálnými cenami kovů, s tím rozdílem, že ukazatel SUR je nahrazený průměrnou měsíční hodnotou zásob evidovaných na LME burze  $LME_s$ , tedy pro jednotlivé kovy  $LME_s(Al, Cu, \dots, Zn)$ . V rámci níže uvedeného indikátoru správnosti ocenění je vždy použitý dvouletý klouzavý průměr.

Použitý indikátor správnosti ocenění:

$$\text{Indikátor správnosti ocenění} = LME_s \cdot P_{real} - MA(LME_s \cdot P_{real}) \quad (10)$$

K výpočtu je použitý software Microsoft Office Excel 2010.

### **3.3.2 Metoda určená k hodnocení vlivu makroekonomických determinantů na cenovou volatilitu průmyslových kovů**

Pro účely hodnocení významnosti hodnot analyzovaných makroekonomických determinantů na ceny jednotlivých průmyslových kovů byla zvolena metoda Boosted Trees (BT), která je vhodná pro vyhodnocování vztahu mezi několika proměnnými. Výhodou této metody je také její použitelnost i v případě existence odlehlých hodnot vstupních proměnných, tzv. outliers (Twala, 2010).

Totožná metoda byla použita v rámci hodnocení vztahu mezi makroekonomickými determinanty a komoditním indexem S&P GSCI, kde bylo dokázáno, že více než 75% cenových výkyvů tohoto komoditního indexu je možné vysvětlit změnami hodnot vybraných makroekonomických determinantů (Smolík, Karas, Rejnuš., 2014).

BT je neparametrickou metodou, která vychází z kombinace metody CART (*Classification and Regression Trees*)<sup>38</sup> sloužící pro klasifikaci a regresi binárních rozhodovacích stromů<sup>39</sup> (viz Breiman a spol., 1984) a boosting algoritmu. Boosting algoritmus spočívá v generování více (klasifikačních nebo regresních) modelů a jejich složení (kombinace) na základě vah tak, aby vznikl z vnějšího pohledu jediný výsledný model (Komprdová, 2012). Podrobný technický popis boostingu je možné najít v publikacích Friedman (1999) nebo také Miner a spol. (2009).

V rámci metody BT dochází k vytváření jednoduchých klasifikačních nebo regresních stromů, přičemž každý následující strom je motivován k tomu, aby byl trénován na neúspěšných vzorech předcházejícího jednoduchého stromu. Metoda BT tak staví stromy postupně, přičemž nový strom závisí na výsledcích předešlého stromu<sup>40</sup>. Jinak řečeno boosting algoritmus přispívá ke zvýšení přesnosti algoritmu díky postupné redukci chybové složky.

BT umožňuje zachytit také nelineární závislosti mezi vysvětlovanou proměnnou a vektorem vysvětlujících  $x = \{x_1, \dots, x_n\}$ , prostřednictvím vzorku dostupných dat (tzv. learning sample)  $\{x_i, y_i\}_1^N$  hodnot  $(y, x)$ .

Cílem metody je nalézt aproximaci  $\hat{F}(x)$  funkce  $F^*(x)$ , která přiřazuje hodnotě  $x$  hodnotu  $y$  tak, že minimalizuje očekávanou hodnotu chybové funkce přes celé rozdělení hodnot, tj.:

$$F^* = \arg \min_F E_{y,x} L(y, F(x)) = \arg \min_F E_x [E_y (L(y, F(x))) | x] \quad (11)$$

<sup>38</sup> Možná je však také aplikace kombinace s umělými neuronovými sítěmi.

<sup>39</sup> **Klasifikační stromy**- modelujeme závislost **kategoriální** závislé proměnné na jedné či více nezávislých proměnných. **Regresní stromy**- modelujeme závislost **spojité** závislé proměnné na jedné či více nezávislých proměnných. Binární uzel znamená, že z jednoho uzlu vychází právě 2 větve.

<sup>40</sup> Tím se algoritmus „Boosting“ odlišuje od algoritmu Bagging, který pracuje s kombinací navzájem nezávislých stromů – více Breiman (1996).

Metoda BT je použitelná jak pro regresi, tak pro klasifikaci. V případě použití metody pro účely regrese, je střední absolutní chyba funkce  $L(y, F(x))$  (viz Friedman, 2001) následující:

$$L(y, F(x)) = E_x |F^*(x) - \hat{F}(x)| \quad (12)$$

Odvození výsledného pravidla (funkce  $F$ ) je vytvořeno prostřednictvím iterativního algoritmu. Nejběžnějším algoritmem používaným pro klasifikaci je AdaBoost.M1, jehož autory jsou Freund a Schapire (1996), daný algoritmus je detailněji popsán v publikaci (Hastie a spol., 2009).

Další vlastností této metody je možnost seřadit jednotlivé proměnné podle jejich relativního vlivu  $I_j$  na variabilitu aproximace funkce  $\hat{F}(x)$  přes celé rozdělení vstupních proměnných, matematický zápis by pak mohl být následující (Friedman, 2001):

$$I_j = \left( E_x \left[ \frac{\partial \hat{F}(x)}{\partial x_j} \right] \cdot \text{var}_x [x_j] \right)^{1/2} \quad (13)$$

Pro zpracování dat je použitý software Statistica 12. Zmíněná metoda byla použita pro sestavení následujícího modelu, kde matematická vyjádření je možné zapsat následovně:

$$P = f(MAM3, GIP, USIP, CHIP, EURIP, \dots, VIX) \quad (14)$$

Kde  $P$  jsou kurzy 3m futures kontraktů jednotlivých kovů,  $MAM3, GIP, USIP, CHIP, EURIP, \dots, VIX$  jsou hodnoty jednotlivých makroekonomických determinantů – nezávislé proměnné.

Jako indikátor správnosti ocenění pak je použita diference mezi historickými kurzy jednotlivých kovů a hodnotami predikovanými metodou BT.

K výpočtu korelačních koeficientů je použitý software Statistica 12.

### 3.3.3 Hodnocení vztahu rizika a výnosu průmyslových kovů

Diverzifikace investičního portfolia prostřednictvím komoditních aktiv je využívána širokou škálou institucionálních investorů, hedge fondů, CTA nebo i jednotlivými spekulanty, a bývá označovaná jako jeden z hlavních důvodů financionalizace komoditních trhů.

Investiční portfolia jsou diverzifikována na základě rizikovosti a výnosnosti jednotlivých aktiv, přičemž se bere v potaz také jejich vzájemná korelace<sup>41</sup>. Výstupem těchto modelů však není stanovení vnitřní hodnoty daného aktiva, jelikož jedinou vstupní proměnnou je tržní cena aktiv a fundamentální faktory nejsou obvykle analyzovány.

- **Sharpeho poměr**

Kromě analýz korelačních koeficientů je v disertační práci kvantifikován vztah mezi rizikem a výnosem u vybraných průmyslových kovů. Touto problematikou se v návaznosti na moderní teorii portfolia zabýval William Forsyth Sharpe (1964), který kromě modelu CAPM (blíže specifikováno v následující části práce) identifikoval vztah mezi rizikem a výnosem prostřednictvím tzv. Sharpeho poměru (Sharpe ratio), jehož matematické vyjádření je uvedené v následující rovnici:

$$S = \frac{E(R - R_f)}{\sigma} \quad (15)$$

Kde  $R$  je výnosnost sledovaného aktiva,  $R_f$  je výnosnost bezrizikového aktiva,  $E(R - R_f)$  je očekávaná výnosnost sledovaného aktiva ponížena o výnosnost bezrizikového aktiva a  $\sigma$  je směrodatná odchylka výnosnosti sledovaného aktiva.

Při interpretaci výsledků Sharpeho poměru platí, že výhodnější je ta investice, jejíž poměr výnosu nad bezrizikovou mírou a rizikem (stanovené volatilitou aktiv) je vyšší. Jde tedy o míru prémie k podstoupenému riziku. Sharpeho poměr bere v potaz celkové riziko (nikoli benchmark) a proto se hodí také pro porovnávání aktiv napříč všemi kategoriemi. Vzhledem ke skutečnosti, že disertační práce je postavena na historických

---

<sup>41</sup> Vycházíme-li z Markowitzovi teorie portfolia. Součástí analytické části práce není analýza – potvrzení relativní nezávislosti jednotlivých aktiv je uvedeno v teoretické části práce – viz kapitola 2.3.2 Diverzifikace investičního portfolia jako stimul k financionalizaci komoditních aktiv.

datech, nevychází výsledky Sharpeho poměru z očekávaných výnosů, nýbrž ze skutečných historických výnosů vybraných aktiv.

V souvislosti s výpočtem Sharpeho poměru byla stanovena hodnota bezrizikového aktiva na úrovni desetiletých státních pokladničních poukázek Spojených států amerických (data jsou dostupná např. na internetových stránkách [www.ycharts.com](http://www.ycharts.com)). Proměnné jsou počítány na základě měsíčních hodnot analyzovaných aktiv. Časové řady výsledků Sharpeho poměru jsou vypočítány na základě dat z 12 předcházejících měsíců.

V případě Sharpeho poměru je rizikovitost vyjádřena pomocí směrodatné odchylky. Z toho důvodu je součástí analýz také testování normality rozdělení výnosů. Normalita rozdělení časových řad je testována prostřednictvím Shapiro-Wilkova testu normality. Shapiro-Wilkův test (viz Shapiro, Wilks, 1964) je dle literatury speciálně vhodný pro testování i menších vzorků dat (viz Meloun a spol., 1994). Shapiro-Wilkův test pracuje s nulovou hypotézou, že vzorek  $x_1, x_2, \dots, x_n$  prochází z populace s normálním rozdělením.

- **Hodnocení vztahu rizika a výnosu vycházející z modelu CAPM**

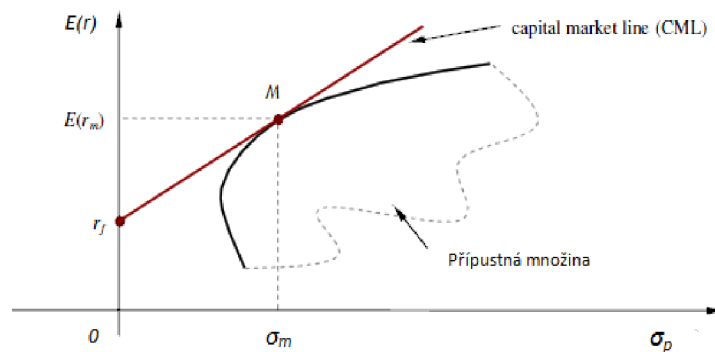
Model CAPM vychází z předpokladu, že investor má možnost kombinovat bezrizikové aktivum s množinou efektivních portfolií na efektivní hranici, je tedy schopen dosáhnout jakékoli kombinace rizika a výnosu, která leží na **přímce kapitálového trhu** (Capital Market Line – CML) počátkem v bodě  $[0; E(r)]$ .

V bodě M z grafu č. 8 investor sestaví své portfolio pouze z rizikových aktiv. Toto portfolio se označuje jako tržní portfolio<sup>42</sup>. V ostatních případech investor buď sestaví své portfolio z kombinace rizikových a bezrizikových aktiv (zápůjční portfolio - graficky znázorněné v linii  $R_f$  a  $M$ ) nebo si vypůjčuje bezrizikové aktivum s tím, že získané finanční prostředky investuje do rizikového aktiva (výpůjční portfolio – od bodu  $M$ ).

---

<sup>42</sup> Tržní portfolio je portfolio, které je tvořeno investicemi do všech cenných papírů, které jsou na daném trhu k dispozici, v takovém poměru, že proporce investovaná do jednotlivého cenného papíru odpovídá jeho relativní tržní hodnotě. Relativní tržní hodnota cenného papíru je rovna agregované tržní hodnotě cenného papíru dělené sumou agregovaných tržních hodnot všech cenných papírů (Sharpe, 1964).

Graf 8 Přímka kapitálového trhu.



Zdroj: Fabozzi, Modigliani (2003).

Přímka kapitálového trhu (CML) se stává efektivní hranicí, která vyjadřuje rovnovážný vztah mezi očekávanou výnosovou mírou a celkovým rizikem efektivního portfolia. Matematicky ji můžeme vyjádřit v následujícím tvaru:

$$E(R_p) = R_f + \frac{E(rR_m) - R_f}{\sigma_m} \cdot \sigma_p \quad (16)$$

Kde  $E(R_p)$  je očekávaná výnosová míra portfolia,  $R_f$  je bezriziková úroková míra,  $E(R_m)$  je očekávaná výnosová míra z tržního portfolia,  $\sigma_p$  je směrodatná odchylka portfolia,  $\sigma_m$  je směrodatná odchylka tržního portfolia.

S ohledem na skutečnost, že v disertační práci nebudou hodnoceny výnosy očekávané, nýbrž historické, není použitý k analýze nadhodnocení a podhodnocení jednotlivých průmyslových kovů tradiční model CAPM, ale tzv. ex-post CAPM, který byl aplikovaný například Karlem Treglerem (2005). Rovnici modelu ex-post CAPM lze zapsat následovně:

$$R = b + a \cdot \sigma \quad (17)$$

Kde  $R$  je historický výnos aktiva za sledované období,  $\sigma$  je směrodatná odchylka tohoto výnosu a  $a$ ,  $b$  jsou koeficienty.

Historický výnos je kalkulován jako jednoletý klouzavý průměr měsíčních dat. Nadhodnocení a podhodnocení daného kovu je vyjádřena prostřednictvím alfa faktoru, v tomto případě odchylkou historického výnosu od přímky trendu znázorňující přímku CML. Jinak řečeno se jedná o ukazatel, který vyjadřuje, o kolik byl výnos (v



procentuálním vyjádření) aktiva vyšší nebo nižší oproti výnosu uvedenému na přímce CML. Matematické vyjádření je následující:

$$\alpha = MA(R) - \text{přímka lineární regrese všech pozorování } R \quad (18)$$

K výpočtu je použitý software Microsoft Office Excel 2010.

### 3.3.4 Metoda určená k sumarizaci výsledků

Pro sumarizaci výsledku je vytvořena grafická syntéza výsledků použitých metod, kde budou prostřednictvím funkce podmíněného formátování softwaru Microsoft Office Excel 2010 modře zvýrazněná podhodnocení a oranžově nadhodnocení v jednotlivých obdobích.

Dále pak je aplikovaná metoda Boosted Trees pro vytvoření kompozitního indikátoru nadhodnocení nebo podhodnocení kurzů 3m futures kontraktů mědi a cínu ve sledovaném období včetně stanovení relativní významnosti jednotlivých vstupních proměnných. Jako vstupní proměnné jsou použity čtvrtletní průměrné hodnoty veškerých proměnných sledovaných v dílčích analýzách, tj.:

- Ukazatel stocks-to-use ratio hodnotící vazbu mezi produkcí, spotřebou a zásobami daných kovů
- Stav zásob na LME
- Analyzované makroekonomické determinanty
- Sharpeho poměr daného kovu

Takto vytvořený kompozitní indikátor v sobě tedy obsahuje jak indikátory fundamentální (zahrnující základních fundamentální faktory komoditních aktiv i z makroekonomické determinanty), tak finanční v podobě Sharpeho poměru, který hodnotí vztah mezi rizikem a výnosem daného aktiva.

U ostatních analyzovaných průmyslových kovů (hliník, olovo, nikl a zinek) kompozitní indikátor není vytvořený z důvodu dostupnosti pouze ročních dat u ukazatele SUR. Nicméně tento metodický postup pro tvorbu modelu oceňování je možné aplikovat také u těchto kovů.

V rámci této analýzy je také prostřednictvím upraveného koeficientu determinace<sup>43</sup> vyjádřeno, jakou část celkové variability příslušných průmyslových kovů je možné vysvětlit prostřednictvím použitého modelu. Upravený koeficient determinace nabývá hodnot v intervalu  $\langle 0; 1 \rangle$ , čím vyšší je hodnota upraveného koeficientu determinace, tím lépe model popisuje příslušnou variabilitu. Matematické vyjádření upraveného koeficientu determinace  $R^2$  je potom následující (Mielcová a spol., 2015):

$$R_{adj}^2 = 1 - (1 - R^2) \cdot \frac{n - 1}{n - 2} \quad (19)$$

Kde  $R^2$  je index determinace vypočítaný jako podíl teoretického součtu čtverců  $S_T$ <sup>44</sup> a celkového součtu čtverců  $S_y$ , přičemž platí, že celkový součet čtverců je roven součtu teoretického součtu čtverců a reziduálního součtu čtverců  $S_R$ . Matematická vyjádření jsou následující:

$$R^2 = \frac{S_T}{S_y} \quad (20)$$

$$S_y = \sum_{i=1}^n (y_i - \bar{y})^2 \quad (21)$$

$$S_T = \sum_{i=1}^n (Y_i - \bar{y})^2 \quad (22)$$

$$S_R = \sum_{i=1}^n (Y_i - y_i)^2 \quad (23)$$

Kde je variabilita nezávislé proměnné  $y$  vysvětlitelná variabilitou závislé proměnné  $Y$ .

Výsledky jsou následně rozdělené do několika sledovaných období:

- Celé analyzované období
- Období od Q1/2000 do Q4/2007

<sup>43</sup> Upravený koeficient determinace je oproti standardnímu koeficientu determinace vhodný i pro analýzy s malým rozsahem výběru.

<sup>44</sup> Teoretický součet čtverců lze definovat jako tu část celkového součtu čtverců, která je vysvětlitelná použitou regresní funkcí. Naopak reziduální součet čtverců vysvětlitelný regresní funkcí není.

- Období od Q1/2008 do Q4/2009, ve kterém se nejvíce projevila volatilita související s finanční krizí v roce 2008 (celkový růst cen aktiv na začátku roku 2008, finanční krize ve druhé polovině roku 2008 a následný tržní růst v roce 2009)
- Období od Q1/2010 do Q1/2015

Pro výpočet kompozitního indikátoru je použitý software Statistica 12.

## 4 Analýza vztahu mezi základními fundamentálními faktory a reálnými cenami kovů

V souladu s členěním metod v předešlé kapitole jsou použity 2 metody k hodnocení základních fundamentálních faktorů: hodnocení vztahu mezi stavem nabídky, poptávky a reálnými cenami (kurzy) kovů, dále pak hodnocení vztahu mezi reálnými cenami kovu a stavem zásob LME burzy a reálnými cenami kovů.

### 4.1 Hodnocení vztahu mezi stavem nabídky, poptávky a reálnými cenami kovů

Korelace mezi proměnnými – produkcí, spotřebou, zásobami, ukazatele SUR a reálnými cenami průmyslových kovů:

Tabulka 21 Korelace mezi reálnou cenou průmyslových kovů a jejich produkcí, spotřebou, zásobami a ukazatelem SUR.

	Reálná cena 3m futures Hliník	Reálná cena 3m futures Měď	Reálná cena 3m futures Olovo	Reálná cena 3m futures Nikl	Reálná cena 3m futures Cín	Reálná cena 3m futures Zinek
Produkce příslušného kovu	0,233	0,695	0,789	0,691	0,660	0,730
Spotřeba příslušného kovu	0,292	0,822	0,777	0,674	0,699	0,738
Zásoby LME příslušného kovu	-0,410	-0,221	0,242	-0,585	-0,135	-0,341
Stocks-to-use ratio příslušného kovu	-0,353	-0,471	-0,324	0,113	-0,473	-0,451

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.<sup>45</sup>*

V tabulce č. 21 jsou uvedeny hodnoty korelace mezi sledovanými proměnnými. U všech průmyslových kovů, s výjimkou niklu, je potvrzen předpoklad negativní korelace

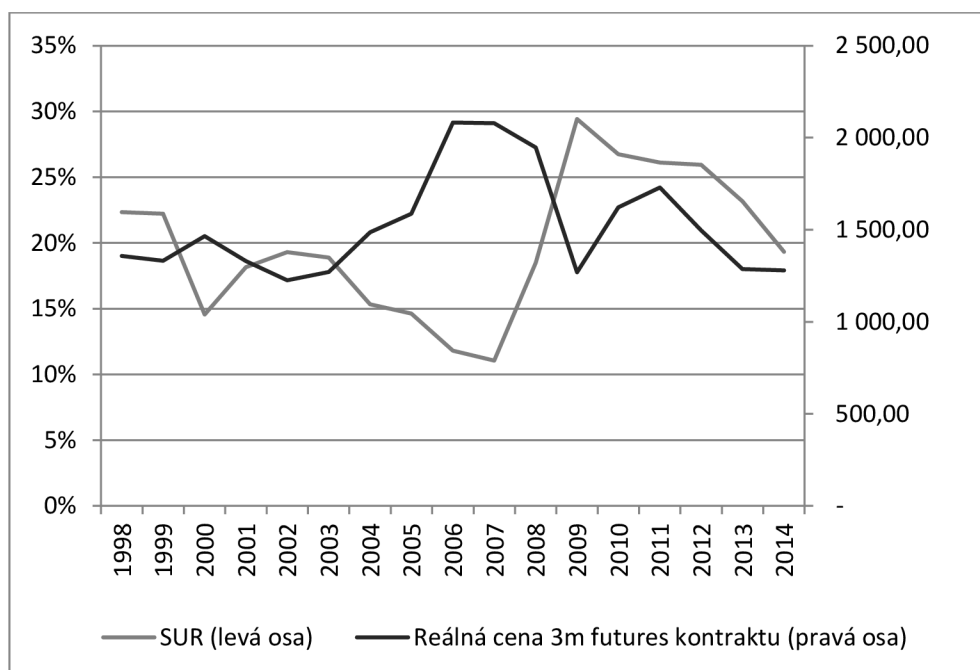
<sup>45</sup> Zásoby jsou v korelační matici zastoupeny pouze v podobě zásob evidovaných na LME, data měsíční v intervalu 1/2002 (5/2006 u niklu) až 3/2015. Světová produkce, spotřeba a SUR jsou u hliníku, olova, niklu a zinku kalkulovány na základě ročních dat, časový interval 1998 – 2014. Světová produkce, spotřeba a SUR u mědi a cínu je kalkulována na základě čtvrtletních dat, časový interval Q1/2000 až Q1/2015. Červeně uvedené hodnoty jsou statisticky významné na hladině významnosti 5%.

mezi ukazatelem SUR a reálnou cenou průmyslového kovu. U niklu je však patrná výrazně negativní korelace se zásobami na LME, vyšší hodnoty negativní korelace s LME jsou také u hliníku a zinku. U mědi, olova, niklu, cínu a zinku jsou také vysoké hodnoty korelace jak se světovou produkcí, tak se spotřebou.

V následující části práce jsou provedeny analýzy vztahů mezi ukazateli SUR a reálnou cenou jednotlivých kovů včetně zhodnocení příslušných indikátorů správnosti ocenění trhu:

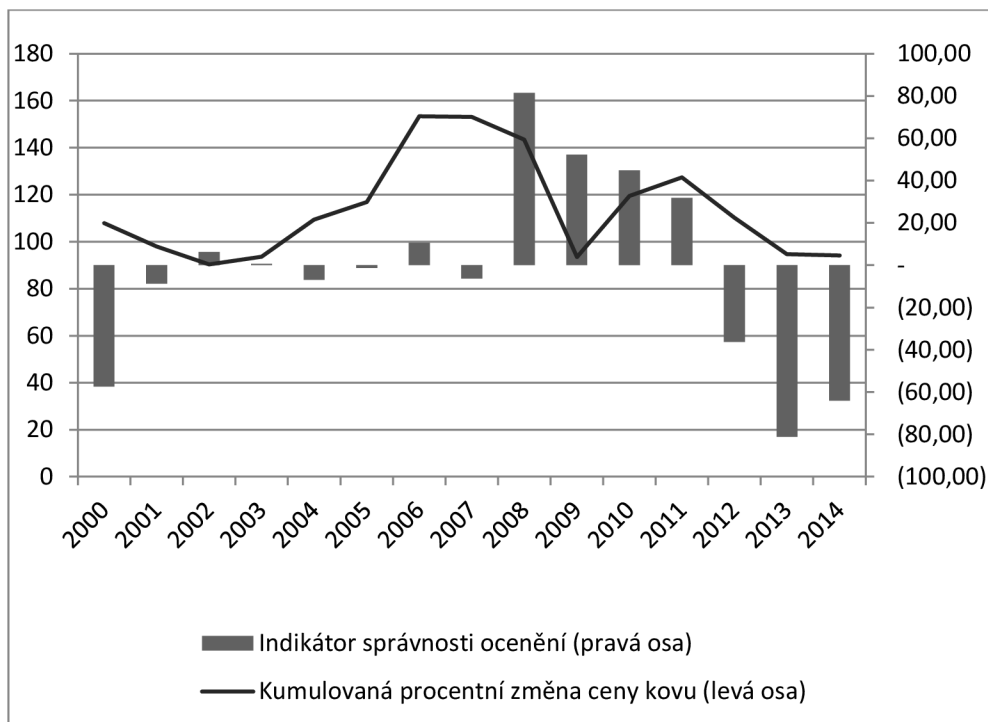
- **Hliník**

Graf 9 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou hliníku v USD/mt (roční data, 1998 – 2014).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Graf 10 Indikátor správnosti ocenění trhu s hliníkem na bázi ukazatele SUR (2000-2014).

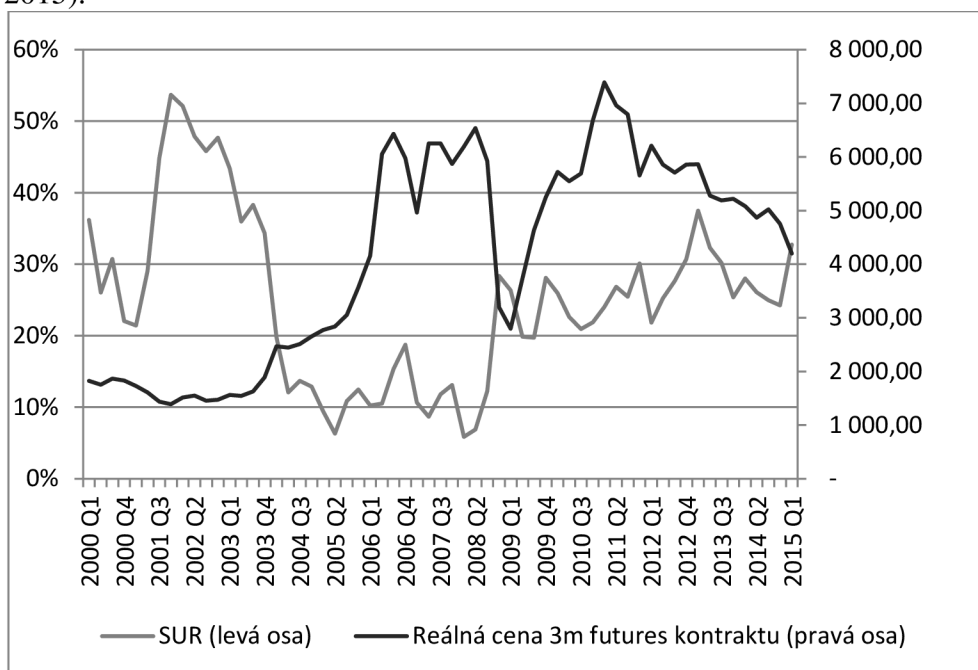


Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf č. 9 potvrzuje inverzní vztah mezi SUR a reálnou cenou hliníku. Od roku 2002 do roku 2006 je patrný rostoucí trend ceny hliníku. Dle Dunsbyho (2008) lze tento rostoucí trend vysvětlit rostoucí poptávkou po průmyslových kovech na rozvíjejících se trzích, zejména pak v Číně. Použitý indikátor správnosti ocenění trhu s hliníkem potvrzuje, že nárůst ceny mědi byl v tomto časovém intervalu způsoben vývojem základních fundamentálních faktorů. V roce 2008 je však pouze mírný pokles ceny hliníku doprovázen výrazným nárůstem ukazatele SUR (kdy světová produkce rostla přibližně o 4,8% a světová spotřeba naopak klesla o necelé 2%), trh je tedy dle použitého modelu nadhodnocený, stejně jako v letech 2009 až 2011. Od roku 2012 naopak cena hliníku stagnuje nebo klesá, přestože dochází k poklesu ukazatele SUR, konkrétně oproti roku 2012 vzrostla produkce hliníku o 10,98 %, zatímco spotřeba hliníku vzrostla o 14,95%.

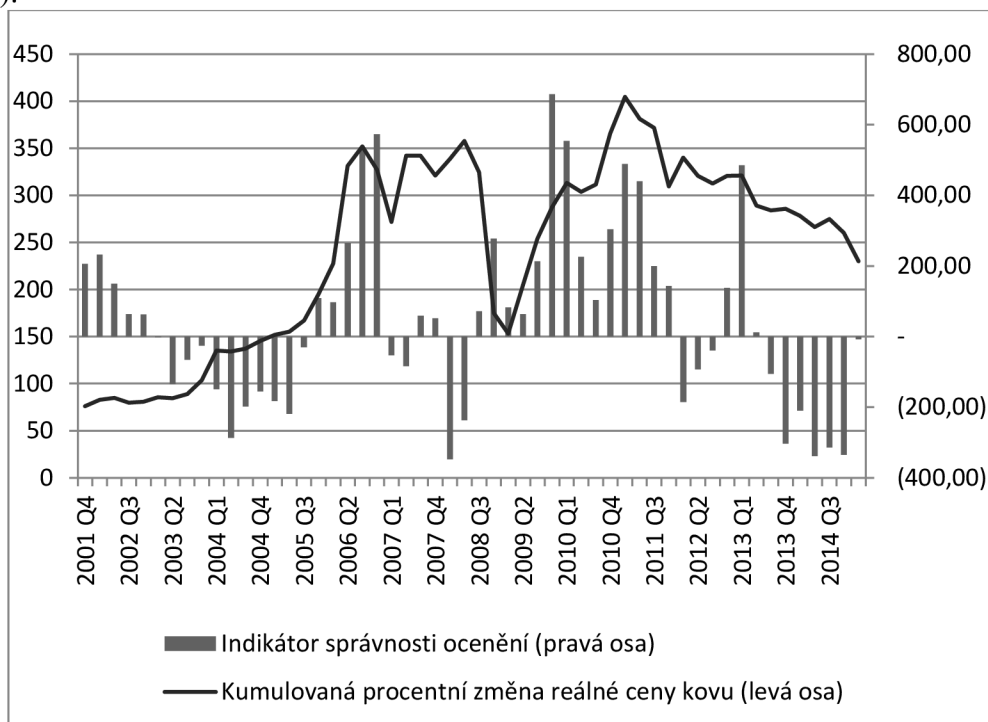
- **Měď**

Graf 11 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou mědi v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 – Q1/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Graf 12 Indikátor správnosti ocenění trhu s mědí na bázi ukazatele SUR (Q4/2001-Q1/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Stejně jako u hliníku je i u mědi patrný inverzní vztah mezi SUR a reálnou cenou 3m futures kontraktů mědi. V roce 2004 je indikátor správnosti ocenění trhu s mědi v záporných hodnotách, trh se tedy jeví jako podhodnocený. Je to způsobeno skutečností, že poptávka po mědi rostla mnohem rychleji než nabídka, a to nejrychleji od vzniku Asijské krize v roce 1997 (Dunsby, 2008). Růst ceny mědi v dalších letech, zejména pak v roce 2006, není zcela podložený základními fundamentálními faktory. Dle Dunsbyho (2008) je možné přisuzovat tento nárůst ceny mědi zvýšené míře investic do komoditních indexů, a také zaujímáním dlouhých pozic u mědi jednotlivými fondy<sup>46</sup>. Použitý indikátor správnosti ocenění naopak opodstatňuje vysoké ceny mědi v letech 2007 a 2008, v roce 2008 ukazatel SUR dosáhl svého minima za sledované období, kdy byl úrovní 6%. Od Q4/2009 do Q3/2011 se trh jeví jako nadhodnocený, což je částečně možné opodstatnit pouze pozvolným nárůstem těžby mědi a relativně nízkých využitím těžebních kapacit v tomto období (ICSG - International Copper Study Group, 2011). Například v Q4/2009 došlo k nárůstu ukazatele SUR z 20% na 28%, a ceny mědi o 14% oproti předešlému období, korelace mezi proměnnými byla tedy pozitivní, cena mědi však rostla výrazněji než ukazatel SUR. Pozitivní korelace se pak opakovala v Q1/2013, což bylo zatím poslední období, ve kterém model indikuje nadhodnocení trhu. Podhodnocení trhu od Q2/2013 je možné mimo jiné odůvodnit tím, že v těchto obdobích produkce mědi převyšuje spotřebu, např. za celý rok 2013 o přibližně 390 tis. tun (USGS, 2014).

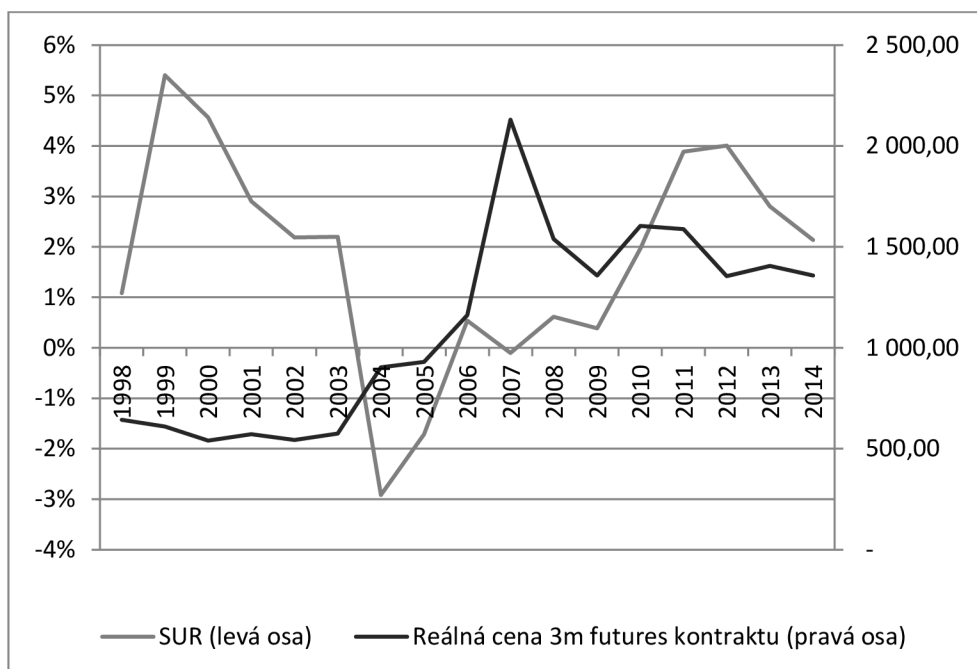
---

<sup>46</sup> Nutno podotknout, že zastávání dlouhých pozic ve zvýšených objemech, není u hedge fondů zcela potvrzeno. Jak uvádí sám autor výroku, jedná se o „rumors“, což je možné přeložit jako „zvěsti“.



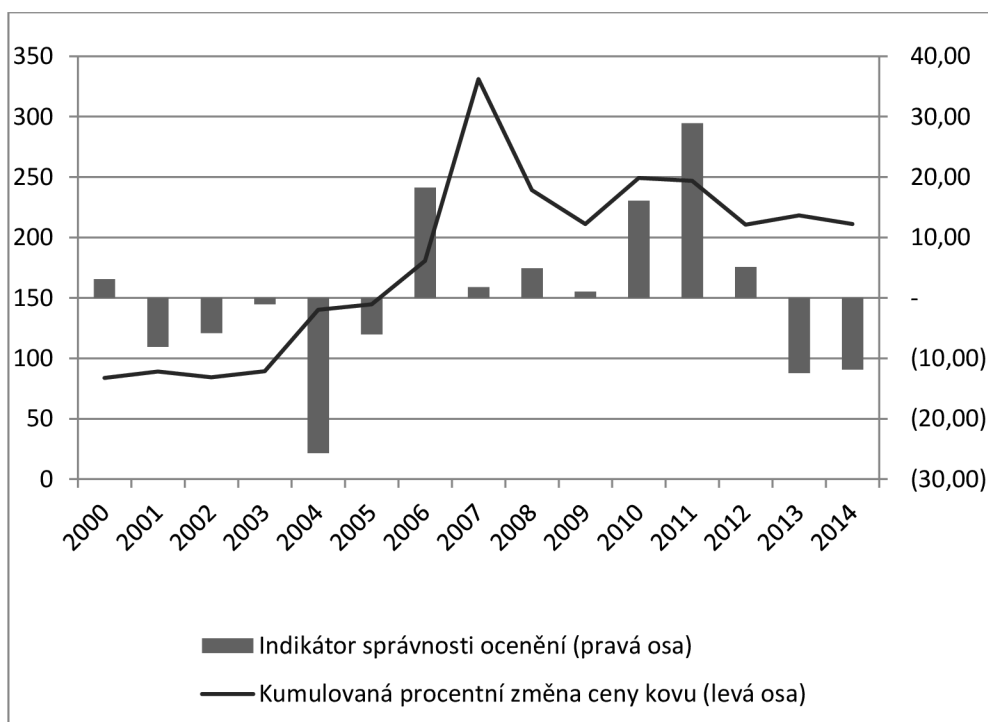
- **Olovo**

Graf 13 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou v USD/mt olova (roční data, 1998 – 2014).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 14 Indikátor správnosti ocenění trhu s olovem na bázi ukazatele SUR (2000 - 2014).

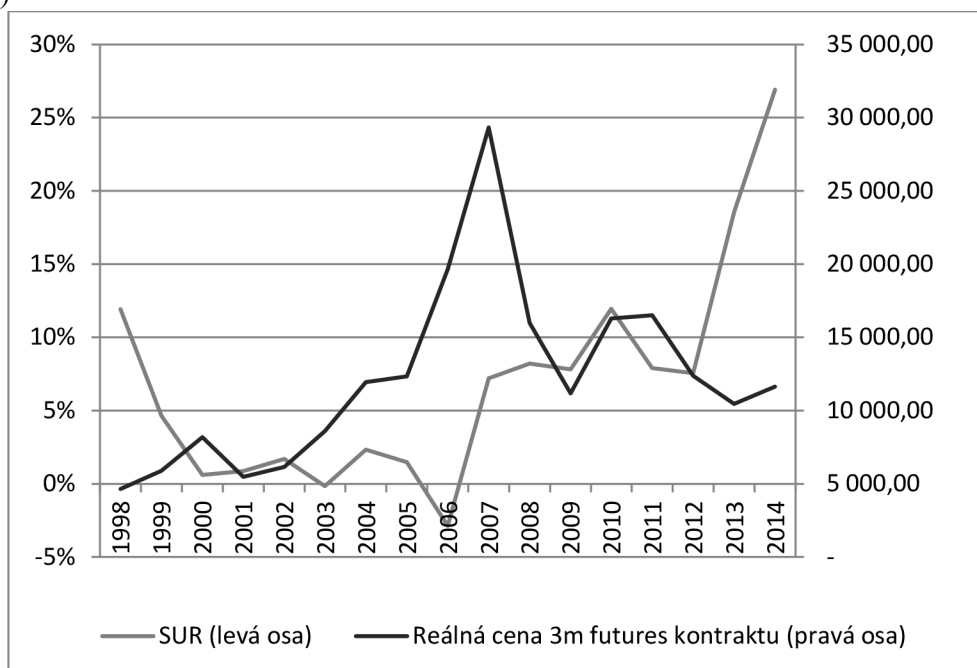


Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Také u olova je možné v grafu č. 13 zaznamenat inverzní vztah mezi ukazatelem SUR a reálnou cenou olova, přestože záporný korelační koeficient není tak výrazný – viz tabulka č. 21. Ukazatel SUR je v některých obdobích záporný, což je způsobeno kalkulací pouze stavu zásob z burzy LME, tedy ne celkových světových zásob. V roce 2004 došlo k prudkému nárůstu spotřeby z 6 782 tun na 7 128 tun (zejména v oblasti automobilového průmyslu, kde se olovo používá u baterií). Podhodnocení trhu podporuje také skutečnost, že nízká cena olova do roku 2004 (cena olova v roce 2004 dosáhla svého 25 letého maxima 1042,674 USD/mt) vedla ke stagnaci produkce tohoto kovu (Goldem Minerals Company, 2004). Stejně jako u předešlých kovů je indikátor nadhodnocení a podhodnocení trhu v roce 2010 a 2011 kladný a v letech 2013 a 2014 záporný.

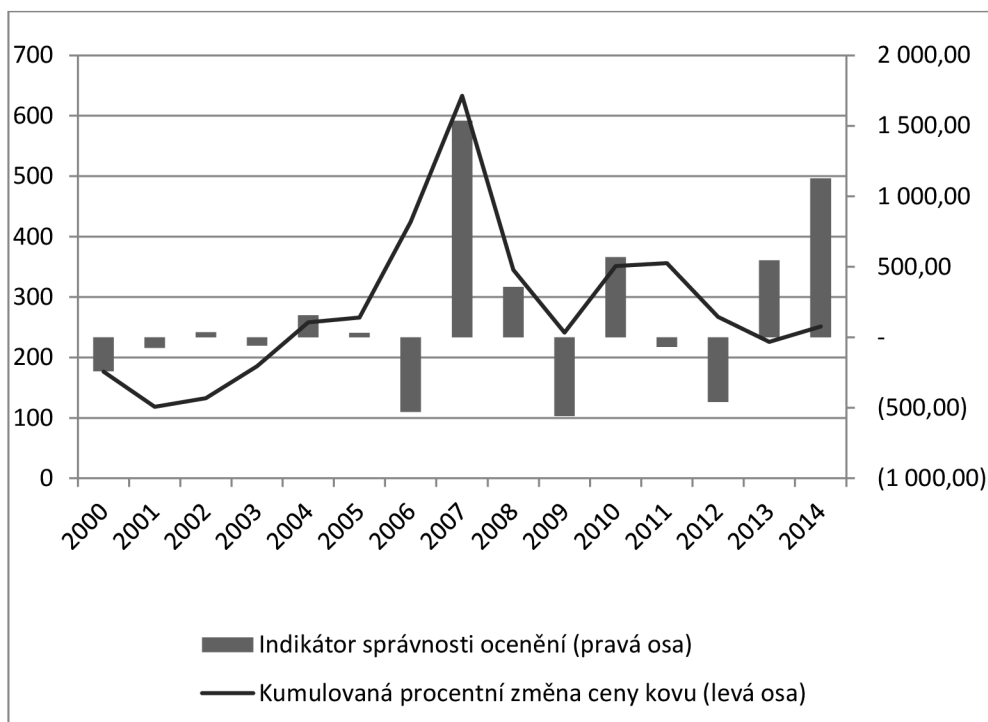
- **Nikl**

Graf 15 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou v USD/mt niklu (roční data, 1998 – 2014)



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 16 Indikátor správnosti ocenění trhu s niklem na bázi ukazatele SUR (2000 - 2014).

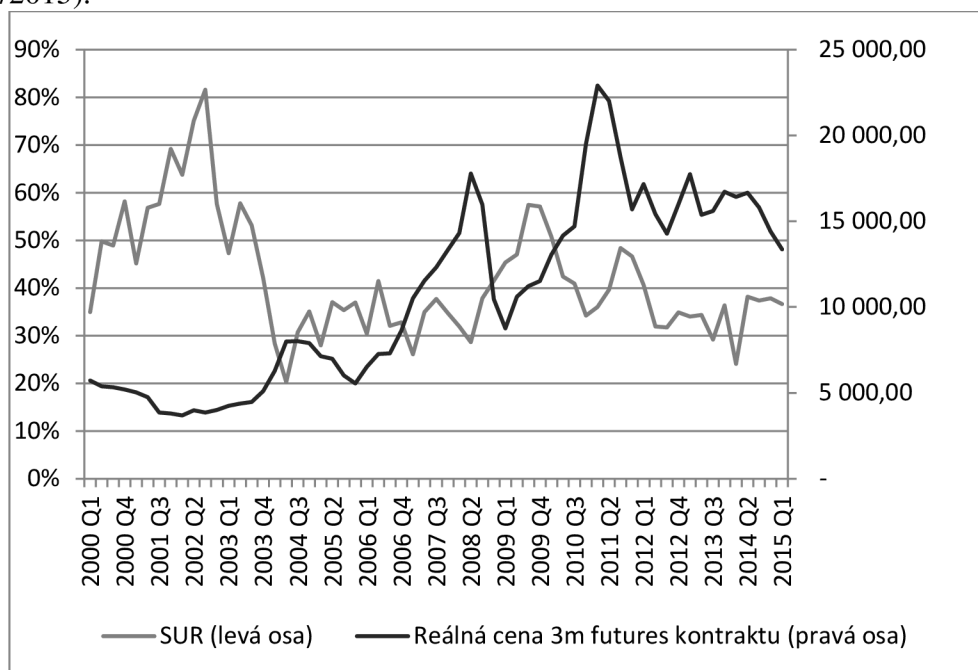


Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Ceny niklu jsou z hlediska Spearmanova pořadového korelačního koeficientu nezávislé na ukazateli SUR v analyzovaném období od roku 2000 do roku 2014. Model založený na porovnání ukazatele SUR a reálných cenách niklu například nedokáže opodstatnit vysoké ceny niklu v roce 2007. V tomto roce došlo nárůstu produkce niklu o 8,72% a spotřeba niklu klesla o 2,6%. Ukazatel SUR však není schopný dostatečně poukázat na problémy se zásobováním niklem v roce 2007, které byly v tomto roce díky rostoucí poptávce v Asii zaznamenány (28. 2. 2007 tyto zásoby dokonce klesly na pouhých 3,342 tis. tun – dle USGS, 2007). Další změnou v oblasti obchodování s niklem v roce 2007 je převzetí společnosti INCO (přední producent niklu v Kanadě) brazilskou společností Companhia Vale do Rio Doce (CVRD), fúzí CVRD a INCO, vznikla největší společnost v těžbě železné rudy, niklu, manganu, bauxitu. V grafu č. 16 celkově není evidován dlouhodobější trend nadhodnocení nebo podhodnocení tohoto kovu, pouze v roce 2013 a 2014 znázorňuje použitý indikátor správnosti ocenění opakující se nadhodnocení trhu v důsledku rostoucí hodnoty ukazatele SUR, což je zapříčiněno zejména rostoucí produkcí – mezi roky 2012 a 2013 o necelých 11%.

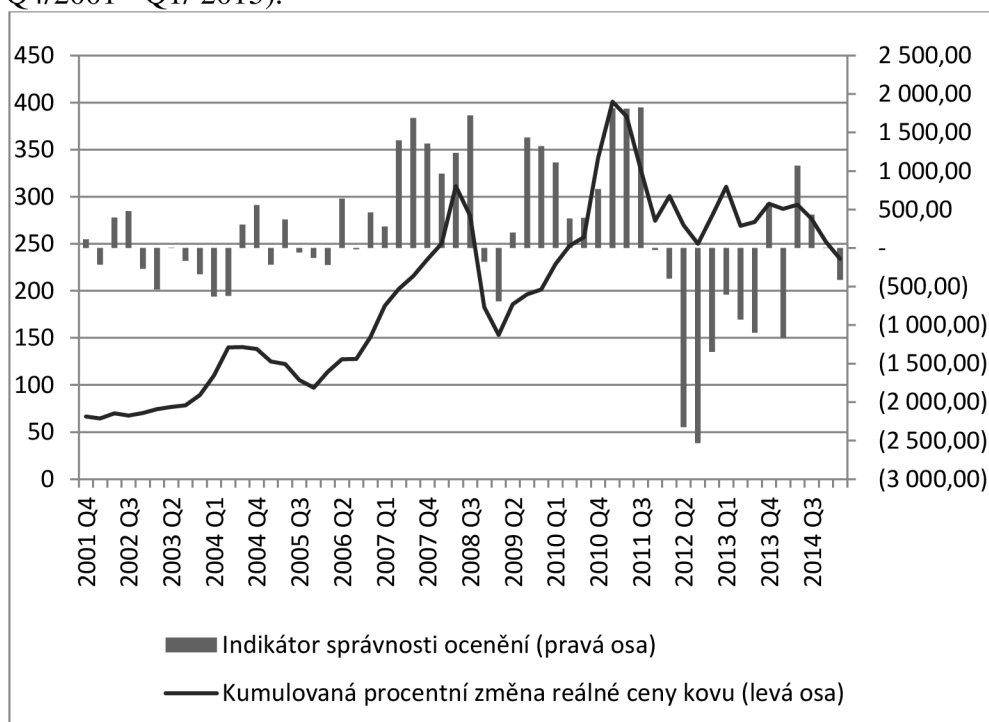
- **Cín**

Graf 17 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou cínu v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 – Q1/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 18 Indikátor správnosti ocenění trhu s cínem na bázi ukazatele SUR (čtvrtletní data, Q4/2001 - Q1/ 2015).

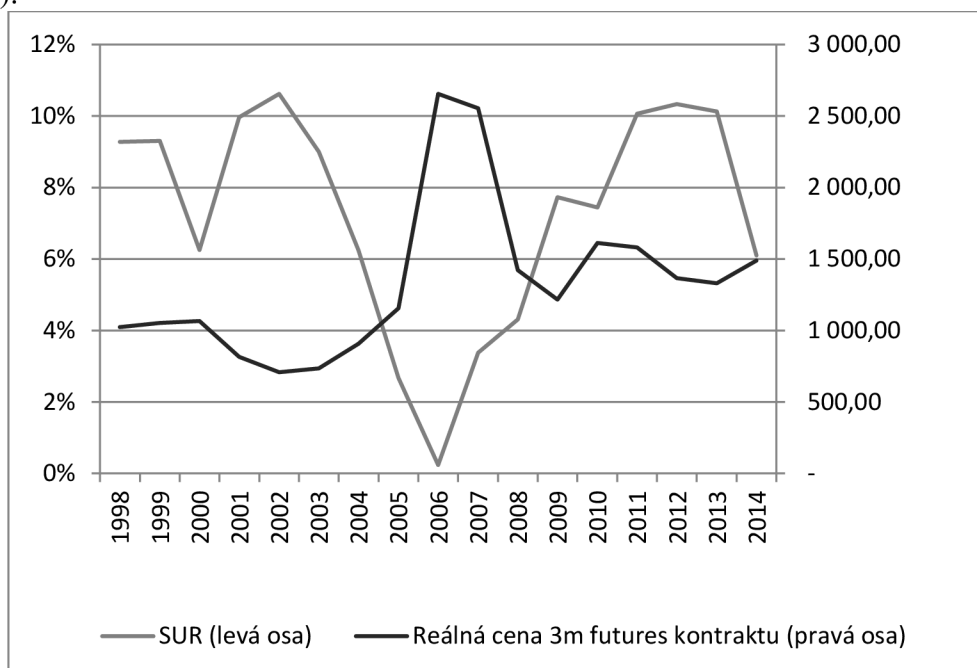


Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Korelační koeficient mezi SUR a reálnou cenou niklu je jako u většiny analyzovaných kovů negativní. Použitý model indikuje nadhodnocení trhu zejména v roce 2007 a v prvních čtvrtletích roku 2008, dále pak v období Q2/2009 až Q4/2011. Od Q2/2011 je u kumulované procentní změny reálné ceny cínu evidován prudký propad, což dle použitého modelu nebylo zcela v souladu se základními fundamentálními faktory. Například v Q2/2012 došlo jak k poklesu ukazatele SUR z 41% na 32% (pozn. stejně jako u mědi a hliníku jsou v modelu použity celosvětové hodnoty zásob, nikoli pouze zásoby na LME burze, hodnoty ukazatele SUR jsou tedy výrazně vyšší), tak k poklesu reálné ceny cínu o 10%.

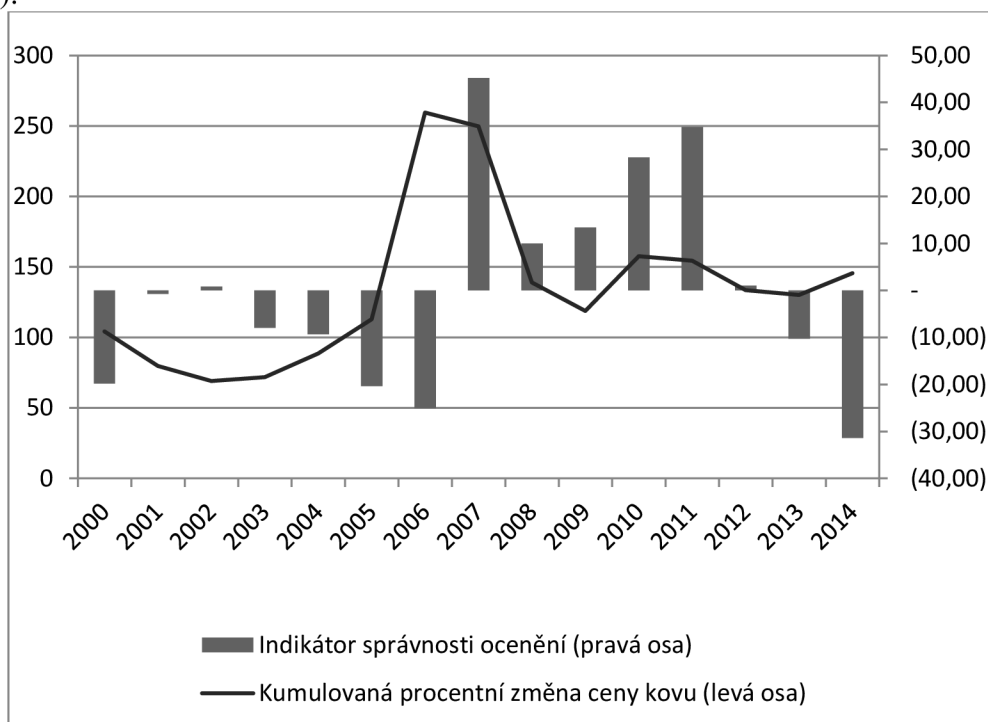
- **Zinek**

Graf 19 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou zinku v USD/mt (roční data, 1998 – 2014).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 20 Indikátor správnosti ocenění trhu se zinkem na bázi ukazatele SUR (2000 - 2014).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Vývoj ceny zinku vzhledem k jeho fundamentálním faktorům je od roku 2001 do roku 2004 vysvětlitelný změnami v oblasti produkce, spotřeby a zásob tohoto kovu. V roce 2006 došlo k nárůstu ceny o 32% oproti předešlému roku, což bylo způsobeno pokračujícím převisem poptávky nad nabídkou. Vysoká cena zinku zůstala i v roce 2007, přestože rostla produkce zinku (zejména v Číně) - v roce 2007 byla o 85 tis. tun vyšší produkce než spotřeba (USGS, 2007). Cenu zinku je možné v tomto období částečně vysvětlit také skutečností, že na burze LME byla v roce 2007 evidovaná nejnižší hodnota zásob z celého analyzovaného období – průměrný stav zásob z roku 2006 220 tis. tun kles v roce 2007 na 81 tis. tun. Vztah mezi zásobami ve skladech LME a cenou je blíže analyzován v následující části práce. V letech 2010 a 2011 ukazatel SUR rostl dle použitého modelu neúměrně vůči poklesu ceny zinku, trh se tedy jeví jako nadhodnocený. Naopak v roce 2014 cena zinku rostla jen mírně, přestože spotřeba byla o 262 tis. tun vyšší než produkce, což vedlo k prudkému poklesu ukazatele SUR, i v tomto případě však platí, že na burze LME byly evidovány nízké hodnoty zásob.

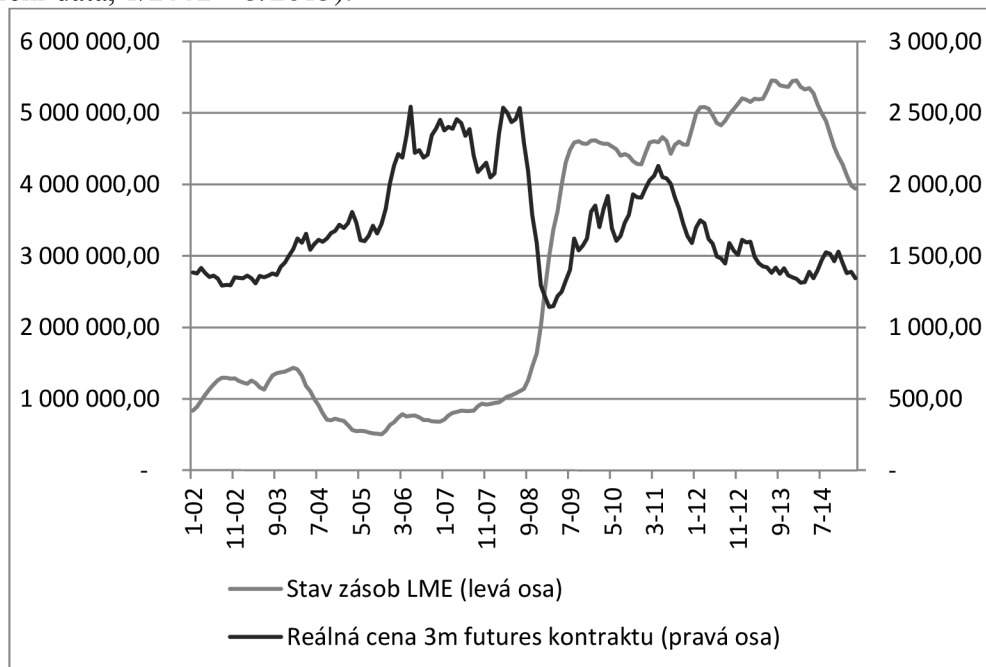


## 4.2 Hodnocení vztahu mezi reálnými cenami kovu a stavem zásob LME burzy a reálnými cenami kovů

V následující části práce jsou uvedeny výsledky vztahu mezi zásobami jednotlivých průmyslových kovů evidovanými na LME burze a cenou (kurzem) 3m futures kontraktů daných kovů. První graf vyjadřuje vztah mezi reálnou cenou kovu v USD/mt a stavem zásob v tunách. Druhý graf uvádí nadhodnocení/podhodnocení trhu dle použitého indikátoru správnosti ocenění.

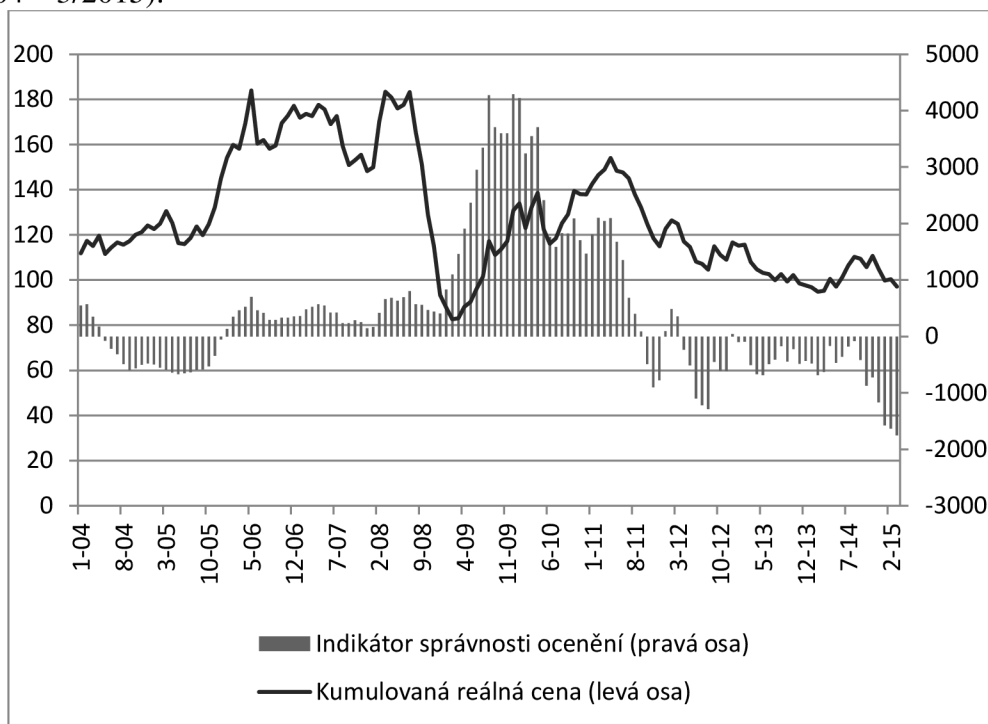
- **Hliník**

Graf 21 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou hliníku v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 22 Indikátor správnosti ocenění trhu s hliníkem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).

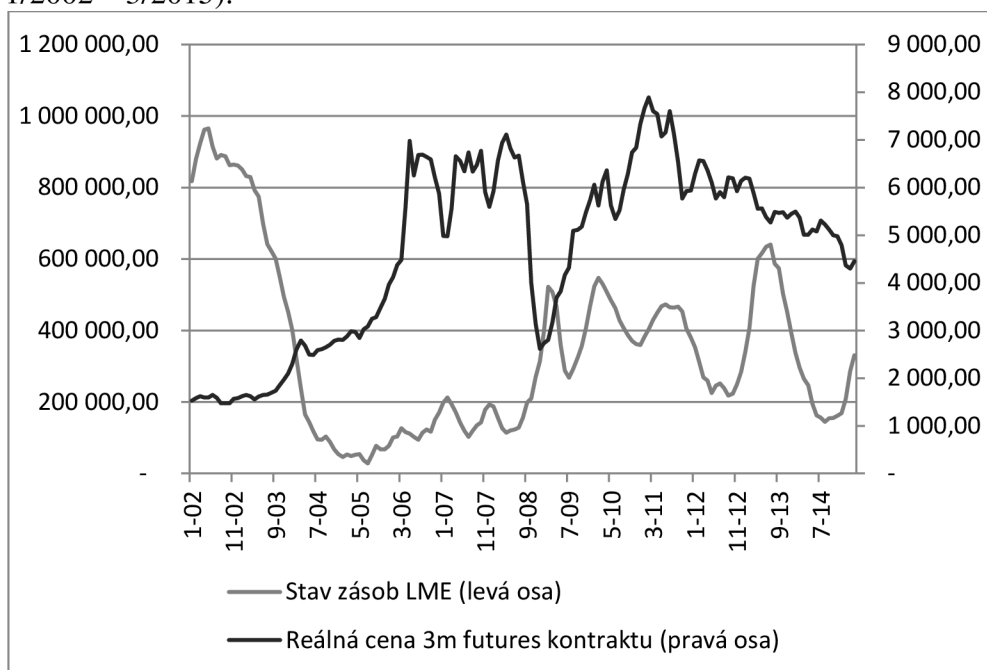


*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

V roce 2008 došlo k prudkému poklesu reálných cen 3m futures kontraktů hliníku, což bylo doprovázenou nárůstem hodnoty zásob hliníku na LME. Konkrétně v intervalu od 8/2008 do 6/2009 uvedená reálná cena hliníku klesla z 2 289 USD/mt na 1 328 USD/t, změna hodnoty zásob na LME byla pak z 1 139 tisíc tun na 4 309 tisíc tun. Celkově je vztah mezi reálnými cenami 3m futures kontraktů hliníku a hodnotami zásob možné považovat za inverzní, korelace mezi danými proměnnými je -0,41. Použitý indikátor správnosti ocenění poukazuje na silné nadhodnocení hliníku v období mezi 6/2009 až 6/2011, což bylo způsobeno i situací, kdy zásoby na LME rostly a zároveň rostla cena hliníku. Naopak v Q1 2015 byla cena hliníku za sledované období nejvíce podhodnocená.

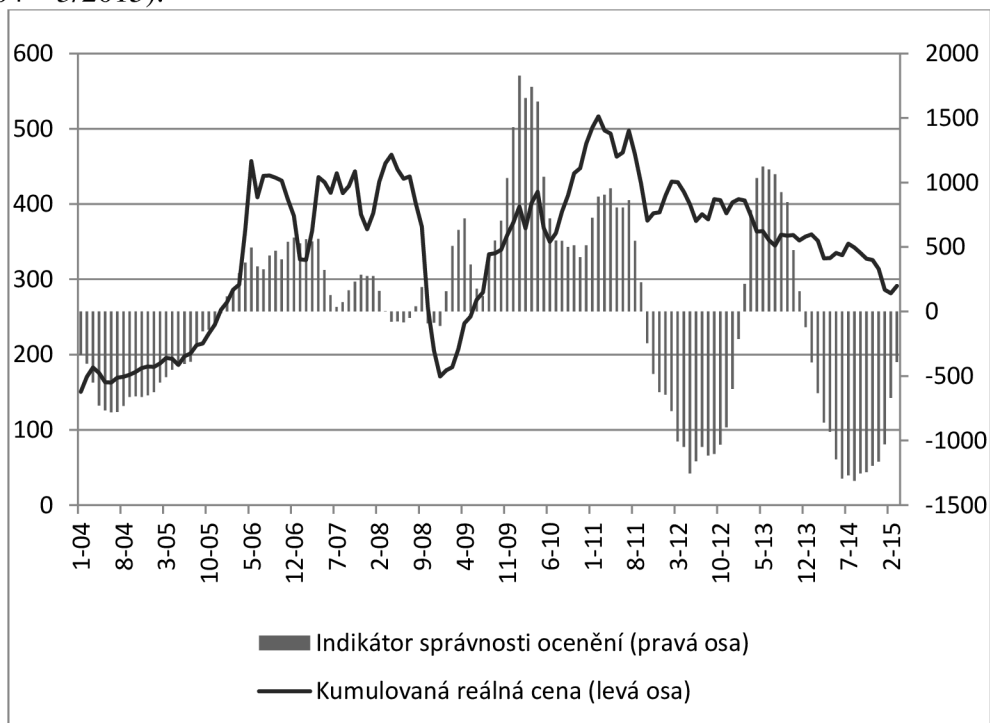
- **Měď**

Graf 23 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou mědi v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 24 Indikátor správnosti ocenění trhu s mědí na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).

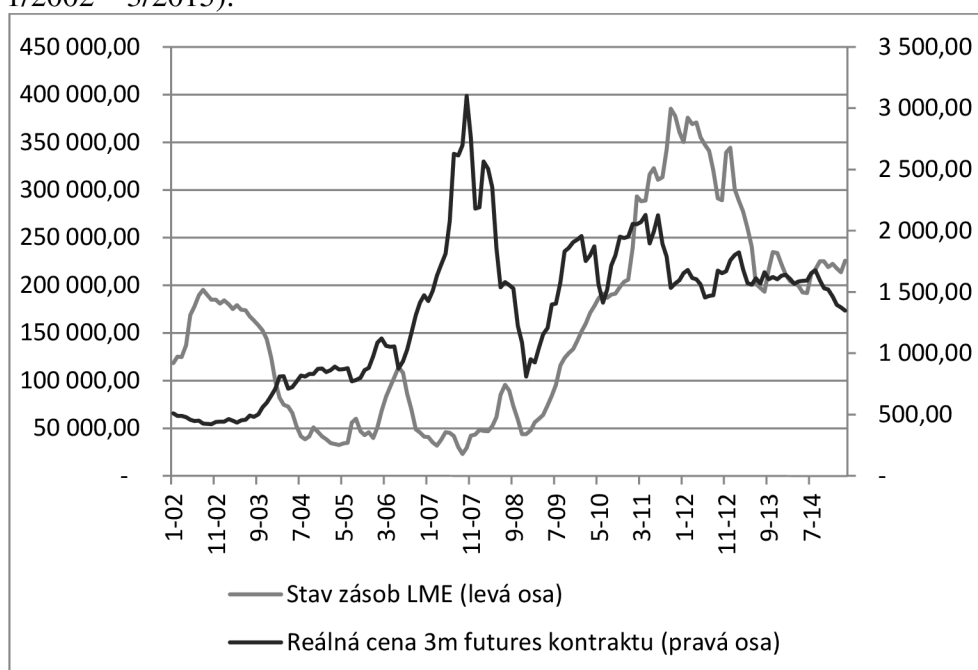


Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

U mědi je korelace mezi reálnou cenou 3m futures kontraktů a stavem zásob na LME burze opět negativní, a to ve výši -0,221. V druhé polovině roku 2008 je, stejně jako u hliníku, možné sledovat opačný trend mezi reálnými cenami mědi a zásob na LME burze. Dle použitého indikátoru nadhodnocení/podhodnocení trhu s mědí, je možné konstatovat, že k nejvýraznějšímu nadhodnocení došlo v období mezi 10/2009 až 7/2011. V roce 2012 a 2014 je naopak zaznamenáno podhodnocení ceny mědi, což je dáno relativně nízkou úrovní zásob – přibližně 240 tisíc tun v roce 2012 a 163 tisíc tun v roce 2014. V roce 2013 byl trh znovu nadhodnocený, například v období 5/2013 vzrostly zásoby na LME přibližně na 2,5 násobek oproti hodnotě v 6/2012, přičemž výkyvy reálných cen 3m futures kontraktů nebyly tak výrazné.

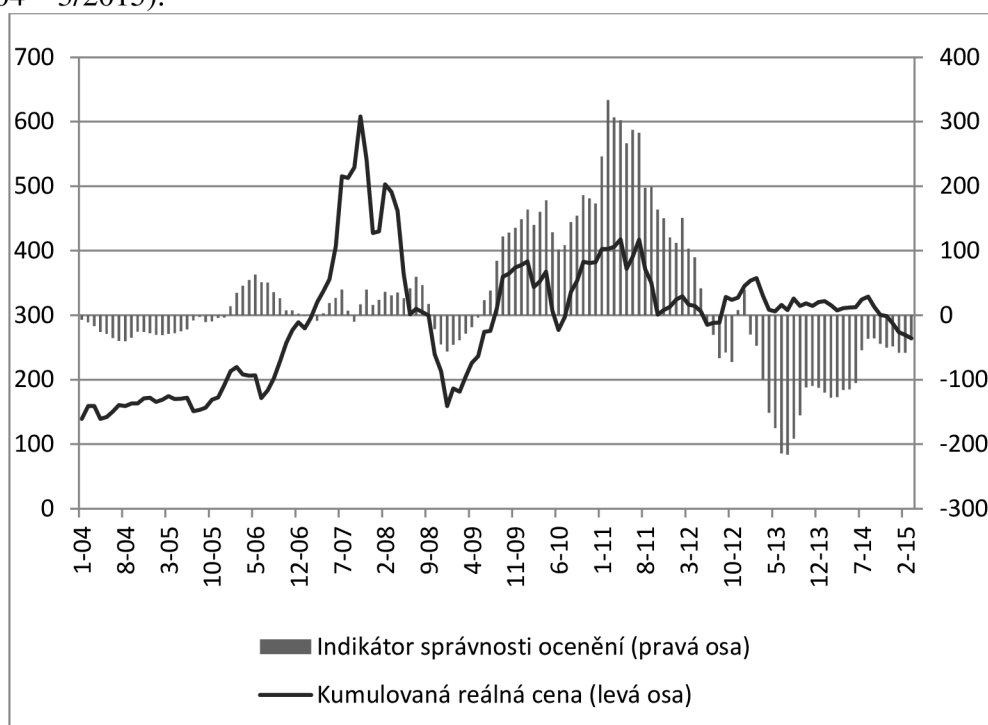
- **Olovo**

Graf 25 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou olova v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 26 Indikátor správnosti ocenění trhu s olovem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).

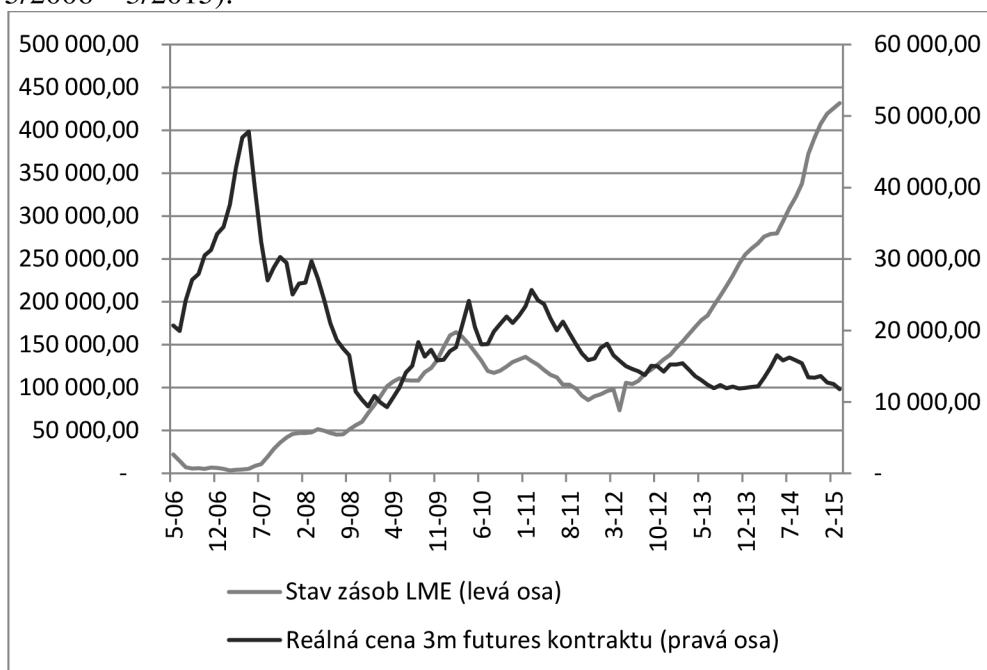


*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Olovo je jediný kov, který ve sledovaném období nevykazuje negativní korelaci mezi reálnou cenou 3m futures kontraktů a hodnotou zásob LME. Přes tuto skutečnost byl sestrojen graf indikátoru správnosti ocenění, podle kterého je trh v období od 8/2009 do 5/2012 nadhodnocený. V některých měsících tohoto období dochází k současnému nárůstu hodnoty zásob na LME a reálné ceny 3m futures kontraktů olova, což celkově přispívá k dosažení kladné hodnoty korelačního koeficientu v celém sledovaném období.

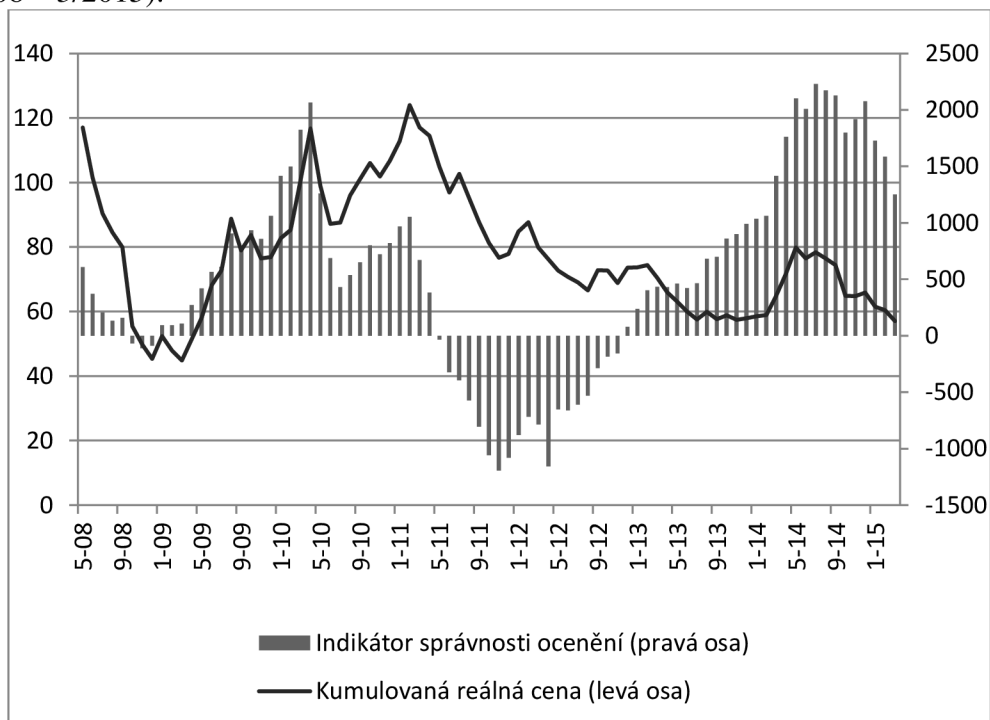
- **Nikl**

Graf 27 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou niklu v USD/mt (měsíční data, 5/2006 – 3/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 28 Indikátor správnosti ocenění trhu s niklem na bázi LME zásob (měsíční data, 5/2008 – 3/2015).

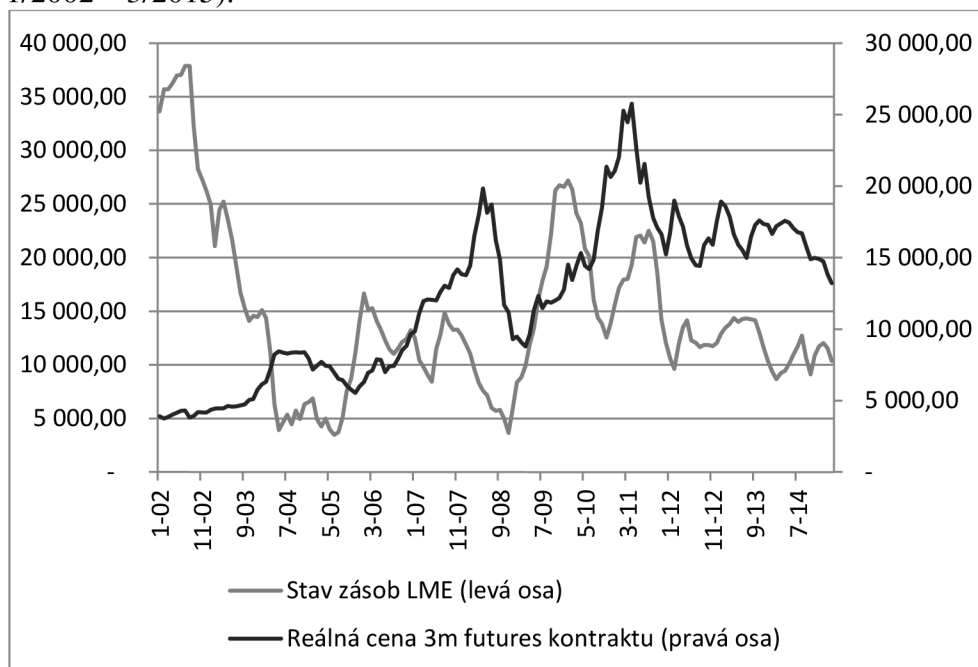


Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Vzhledem k omezené dostupnosti dat, byl u niklu analyzován kratší časový horizont. Hodnota zásob na LME dosáhla nejvyšší úrovně v Q1/2015, tedy v posledním sledovaném čtvrtletí, kdy hodnota zásob vzrostla o téměř 400% oproti zásobám evidovaným v dubnu 2012. S ohledem na vysokou hodnotou zásob v období od 8/2013 do 3/2015, použitý indikátor správnosti ocenění vykazuje výrazné nadhodnocení reálných cen 3m futures kontraktů s niklem.

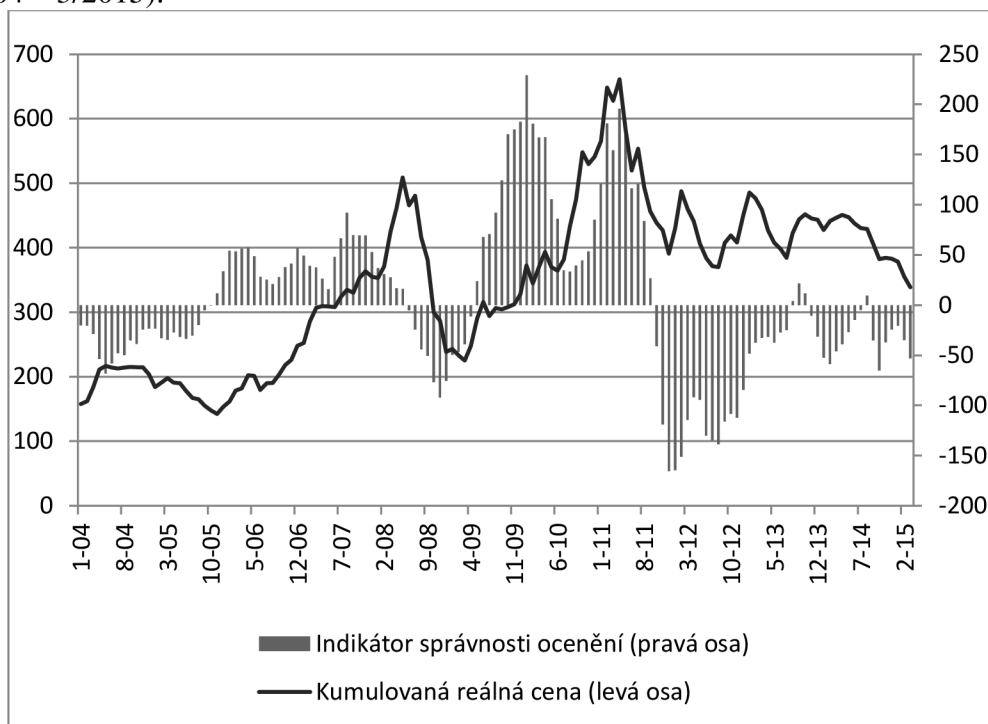
- **Cín**

Graf 29 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou cínu v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Graf 30 Indikátor správnosti ocenění trhu s cínem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).



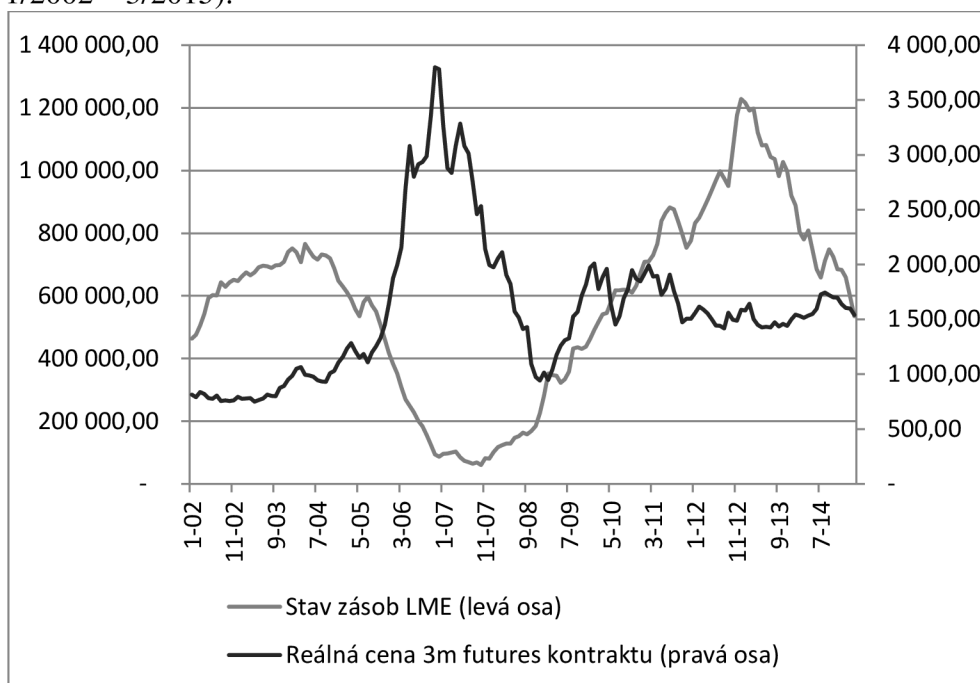
*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Dle použitého indikátoru správnosti ocenění sestaveného na základě vztahu mezi zásobami evidovanými na LME a reálné ceny 3m futures kontraktů, je možné konstatovat, že v období od 1/2004 do 6/2009 nevznikl na trhu s cínem výraznější stav nadhodnocení nebo podhodnocení. Nadhodnocené se ceny cínu jeví v obdobích 7/2009 až 6/2010 (způsobené zejména výrazným nárůstem hodnoty zásob - v 11/2008 byly zásoby na úrovni 3 648 tun a v 1/2010 27 189 tun) a 12/2010 až 10/2011 (v tomto období byly zaznamenány nejvyšší reálné ceny 3m futures kontraktů, maxima dosáhly v 4/2011 – 27 758 USD/mt). Naopak po většinu roku 2012 se ceny cínu jeví jako podhodnocené.



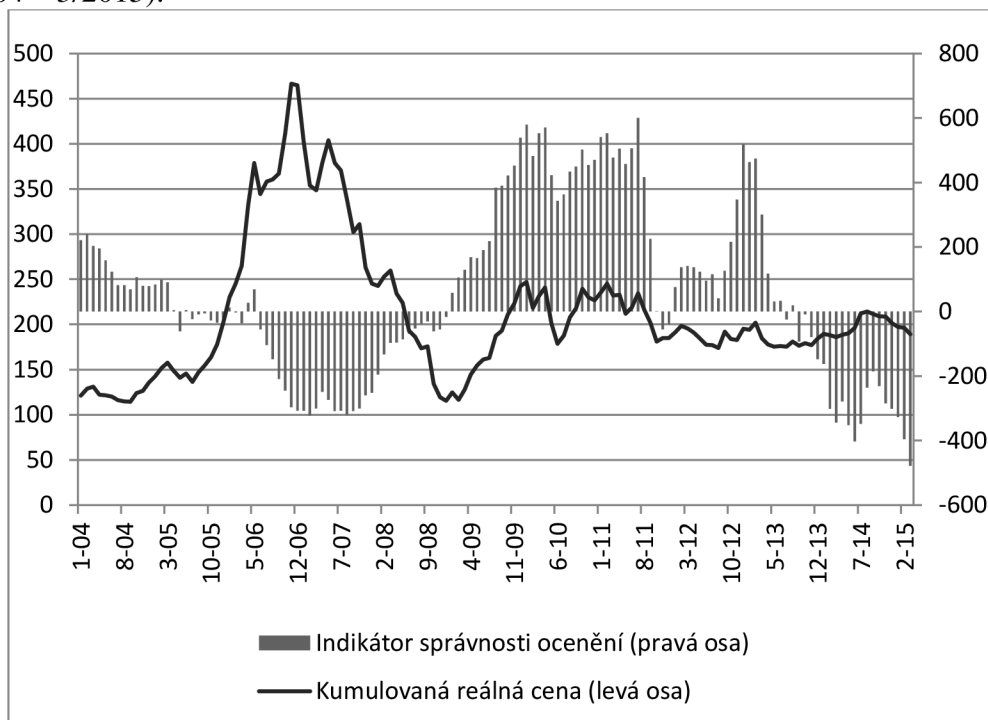
- **Zinek**

Graf 31 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou zinku v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Graf 32 Indikátor správnosti ocenění trhu se zinkem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Stejně jako u všech ostatních sledovaných průmyslových kovů jsou i u zinku reálné ceny 3m futures kontraktů zinku dle použitého indikátoru správnosti ocenění ceny těchto kontraktů na přelomu roku 2009 a 2010 výrazně nadhodnocené. Naopak v roce 2006, přestože došlo k prudkému nárůstu cen zinku, tento indikátor správnosti ocenění poukazuje spíše na podhodnocení trhu z důvodu nízkých hodnot zásob, pokles zásob je důvodem podhodnocení také v roce 2014 a na začátku roku 2015.

## **5 Hodnocení vlivu makroekonomických determinantů na ceny průmyslových kovů**

V následující kapitole je analyzován vztah mezi jednotlivými makroekonomickými determinanty a cenami průmyslových kovů. Tato analýza je rozdělena na 2 části, v první části je hodnocena korelace mezi jednotlivými makroekonomickými determinanty.

Ve druhé části jsou uvedeny výsledky metody Boosted Trees (BT) použité k hodnocení vztahu mezi hodnotami vybraných makroekonomických a cenami 3m futures kontraktů průmyslových kovů.

### **5.1 Korelace mezi makroekonomickými determinanty**

Výsledky korelace mezi vybranými makroekonomickými determinanty jsou uvedeny v níže korelační matici – tabulka č. 22, pro přehlednost je celá korelační matice umístěna na následující straně. Červeně uvedené hodnoty jsou statisticky významné na hladině významnosti 5% a červené podbarvení značí vyšší korelační koeficienty než 0,9.

Byla zaznamenána silná, téměř lineární, závislost mezi krátkodobými úrokovými sazbami Spojených států amerických, Velké Británie a zemí Eurozóny. Pro následující analýzy je na základě tohoto výsledku použit pouze ukazatel krátkodobých úrokových sazeb Spojených států amerických, jelikož významnost tohoto ukazatele v souvislosti s komoditními trhy byla potvrzena v dřívějších studiích (viz kapitola č. 2.2.1 Fundamentální analýza). Vysoké hodnoty korelačních koeficientů jsou také mezi ukazateli inflace a množstvím peněz v ekonomice, pro následující analýzy je z těchto proměnných vybrán pouze ukazatel světové inflace GIR z důvodu globálního charakteru této vstupní proměnné<sup>47</sup>.

---

<sup>47</sup> V rámci výběru dále analyzovaných proměnných však je možné aplikovat také statistickou metodu – VIF (Variance Inflation factors) faktor pro posouzení multikolinearity.

Tabulka 22 Korelační matice analyzovaných makroekonomických determinantů (měsíční data, 1/2000 – 3/2015).

PROMĚNNÁ	MAM3	NEERUSD	NEERJUAN	USS TIR	UKS TIR	EURS TIR	RSTIR	CHS TIR	GPMI	CHPMI
MAM3	1,0000	-0,7651	0,6636	-0,7752	-0,7445	-0,7745	-0,2131	0,5864	-0,0500	-0,6319
NEERUSD	-0,7651	1,0000	-0,2725	0,4360	0,3540	0,3950	0,4564	-0,5623	-0,0579	0,0767
NEERJUAN	0,6636	-0,2725	1,0000	-0,7187	-0,7331	-0,5904	0,3356	0,3961	-0,4681	-0,7024
US S TIR	-0,7752	0,4360	-0,7187	1,0000	0,9448	0,8964	0,0221	-0,3785	0,0856	0,5019
UKS TIR	-0,7445	0,3540	-0,7331	0,9448	1,0000	0,9249	0,0638	-0,2491	0,0699	0,4722
EURS TIR	-0,7745	0,3950	-0,5904	0,8964	0,9249	1,0000	0,1642	-0,2670	-0,1240	0,4514
RS TIR	-0,2131	0,4564	0,3356	0,0221	0,0638	0,1642	1,0000	-0,0963	-0,3972	-0,4186
CHS TIR	0,5864	-0,5623	0,3961	-0,3785	-0,2491	-0,2670	-0,0963	1,0000	-0,0883	-0,4474
GPMI	-0,0500	-0,0579	-0,4681	0,0856	0,0699	-0,1240	-0,3972	-0,0883	1,0000	0,6193
CHPMI	-0,6319	0,0767	-0,7024	0,5019	0,4722	0,4514	-0,4186	-0,4474	0,6193	1,0000
US PMI	0,2656	-0,2240	-0,1250	-0,3519	-0,3219	-0,4956	-0,4180	0,1432	0,8192	0,1836
CHIP	-0,3200	-0,0214	-0,7209	0,3746	0,3776	0,3124	-0,4590	-0,2729	0,4807	0,7211
US IP	0,5697	-0,4650	0,1381	-0,1397	-0,1032	-0,2336	-0,2475	0,6840	0,1161	-0,2032
EURIP	0,5857	-0,6659	0,0281	-0,0839	-0,0200	-0,0936	-0,4496	0,6623	0,1555	0,0657
GIR	0,9997	-0,7691	0,6611	-0,7727	-0,7396	-0,7696	-0,2157	0,5932	-0,0491	-0,6340
US IR	0,9957	-0,7872	0,6498	-0,7614	-0,7177	-0,7452	-0,2214	0,6144	-0,0568	-0,6364
CHIR	0,9852	-0,7817	0,6543	-0,7278	-0,6859	-0,7235	-0,2185	0,6376	-0,0640	-0,6423
EURIR	0,9993	-0,7710	0,6611	-0,7741	-0,7403	-0,7701	-0,2178	0,5902	-0,0484	-0,6221
RIR	0,9999	-0,7650	0,6636	-0,7754	-0,7443	-0,7745	-0,2136	0,5862	-0,0502	-0,6326
VIX	-0,2653	0,1410	0,1848	0,0896	0,1286	0,3069	0,4103	-0,1614	-0,4682	-0,1599
PROMĚNNÁ	US PMI	CHIP	USIP	EURIP	GIR	USIR	CHIR	EURIR	RIR	VIX
MAM3	0,2656	-0,3200	0,5697	0,5857	0,9997	0,9957	0,9852	0,9993	0,9999	-0,2653
NEERUSD	-0,2240	-0,0214	-0,4650	-0,6659	-0,7691	-0,7872	-0,7817	-0,7710	-0,7650	0,1410
NEERJUAN	-0,1250	-0,7209	0,1381	0,0281	0,6611	0,6498	0,6543	0,6611	0,6636	0,1848
US S TIR	-0,3519	0,3746	-0,1397	-0,0839	-0,7727	-0,7614	-0,7278	-0,7741	-0,7754	0,0896
UKS TIR	-0,3219	0,3776	-0,1032	-0,0200	-0,7396	-0,7177	-0,6859	-0,7403	-0,7443	0,1286
EURS TIR	-0,4956	0,3124	-0,2336	-0,0936	-0,7696	-0,7452	-0,7235	-0,7701	-0,7745	0,3069
RS TIR	-0,4180	-0,4590	-0,2475	-0,4496	-0,2157	-0,2214	-0,2185	-0,2178	-0,2136	0,4103
CHS TIR	0,1432	-0,2729	0,6840	0,6623	0,5932	0,6144	0,6376	0,5902	0,5862	-0,1614
GPMI	0,8192	0,4807	0,1161	0,1555	-0,0491	-0,0568	-0,0640	-0,0484	-0,0502	-0,4682
CHPMI	0,1836	0,7211	-0,2032	0,0657	-0,6340	-0,6364	-0,6423	-0,6221	-0,6326	-0,1599
US PMI	1,0000	0,2356	0,1736	0,1666	0,2671	0,2628	0,2466	0,2686	0,2653	-0,4746
CHIP	0,2356	1,0000	-0,0835	0,1498	-0,3168	-0,3089	-0,3418	-0,3167	-0,3204	-0,1180
US IP	0,1736	-0,0835	1,0000	0,8270	0,5748	0,5943	0,6052	0,5728	0,5696	-0,6029
EURIP	0,1666	0,1498	0,8270	1,0000	0,5936	0,6159	0,6227	0,5903	0,5854	-0,4144
GIR	0,2671	-0,3168	0,5748	0,5936	1,0000	0,9972	0,9862	0,9995	0,9996	-0,2669
US IR	0,2628	-0,3089	0,5943	0,6159	0,9972	1,0000	0,9868	0,9971	0,9956	-0,2735
CHIR	0,2466	-0,3418	0,6052	0,6227	0,9862	0,9868	1,0000	0,9856	0,9851	-0,2711
EURIR	0,2686	-0,3167	0,5728	0,5903	0,9995	0,9971	0,9856	1,0000	0,9993	-0,2690
RIR	0,2653	-0,3204	0,5696	0,5854	0,9996	0,9956	0,9851	0,9993	1,0000	-0,2663
VIX	-0,4746	-0,1180	-0,6029	-0,4144	-0,2669	-0,2735	-0,2711	-0,2690	-0,2663	1,0000

Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

## 5.2 Vztah mezi makroekonomickými determinanty a cenami průmyslových kovů

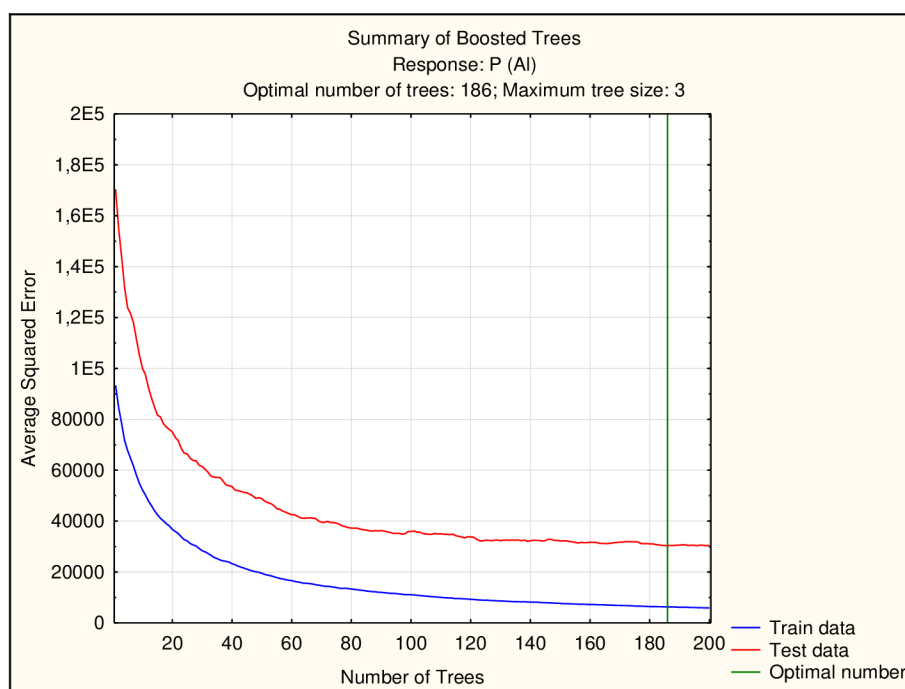
V rámci těchto analýz je jednou ze vstupních proměnných ukazatel světové inflace, z toho důvodu je závislou proměnnou nominální cena 3m futures kontraktů průmyslových kovů, nikoli jejich reálná cena (kurz), která byla použita v předešlých analýzách.

Použitý postup výpočtu je u všech analyzovaných průmyslových kovů totožný, stejně tak je ponechána i shodná struktura popisu dosažených výsledků.

- **Hliník**

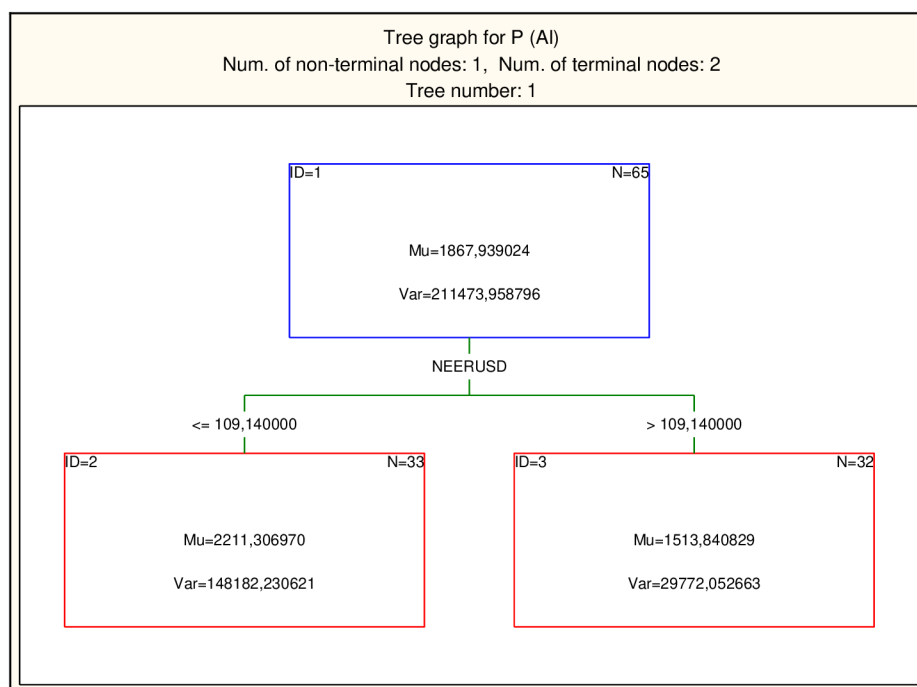
Metoda BT, jak bylo uvedeno v metodické části práce (viz kapitola 3.3.2), tvoří výsledné rozhodovací pravidlo jako soubor několika dílčích stromů, kterým přiřazuje různou váhu za účelem dosažení minimální chyby (dosažení minimální chybové funkce). Výsledný model, který hodnotí závislost mezi hodnotou vybraných makroekonomických determinantů (nezávislé proměnné) a kurzem 3m futures kontraktů hliníku se skládá ze 186 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 33. Další graf č. 34 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

Graf 33 Hliník - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 34 Hliník - příklad stromu v použitém modelu.



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

V následující tabulce č. 23 jsou seřazeny jednotlivé makroekonomické determinanty dle relativní významnosti. Relativní významnost lze potom interpretovat, jako míra s jakou přispívá daná proměnná, v tomto případě kurz 3m futures kontraktů hliníku, k popsání variability závislé proměnné (ve vztahu k ostatním proměnným) - nejvýznamnější = 1.

Tabulka 23 Hliník - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů.

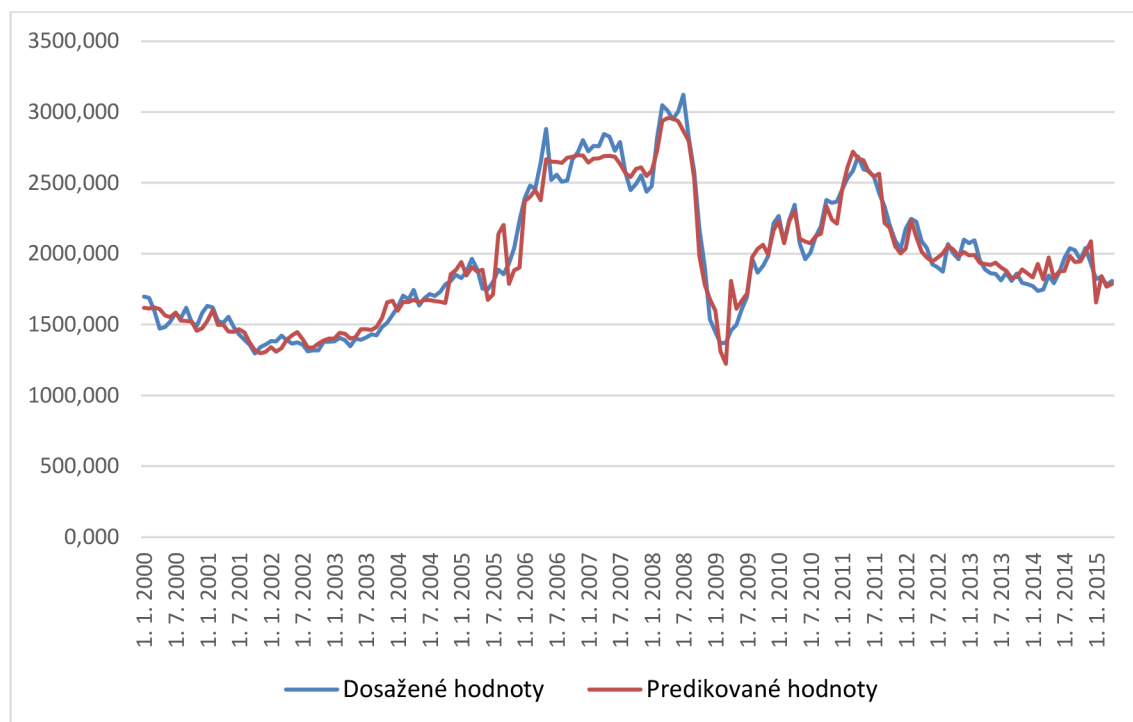
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
EURIP	100	1,000000
NEERJUAN	93	0,929584
NEERUSD	89	0,888504
USSTIR	79	0,793829
USIP	76	0,758928
CHIP	73	0,728197
GIR	67	0,669982
CHPMI	66	0,655888
GPMI	64	0,642408
VIX	56	0,559367
USPMI	56	0,555662
CHSTIR	51	0,514147

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 23 vyplývá, že z analyzovaných makroekonomických determinantů, mají hodnotu relativní významnosti nad 0,75 ukazatel průmyslové produkce evropských zemí, síla amerického dolaru a čínského jüanu, průmyslové produkce Spojených států amerických a krátkodobé úrokové sazby Spojených států amerických. Z hlediska ukazatelů síly měn platí inverzní vztah mezi danými proměnnými, tedy např. silný americký dolar vede k nižšímu kurzu hliníku. Toto pravidlo potom platí pro všechny analyzované kovy. Stejně tak je platný předpoklad inverzního vztahu mezi krátkodobými úrokovými sazbami Spojených států amerických a 3m futures kontraktů vybraných kovů, u čínských krátkodobých úrokových sazeb jsou však hodnoty korelačních koeficientů s kurzy 3m futures kontraktů průmyslových kovů kladné. Jako relativně nevýznamná položka se naopak jeví krátkodobé úrokové sazby Číny.

Níže je také uvedený graf č. 35, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů hliníku (v USD/mt) a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

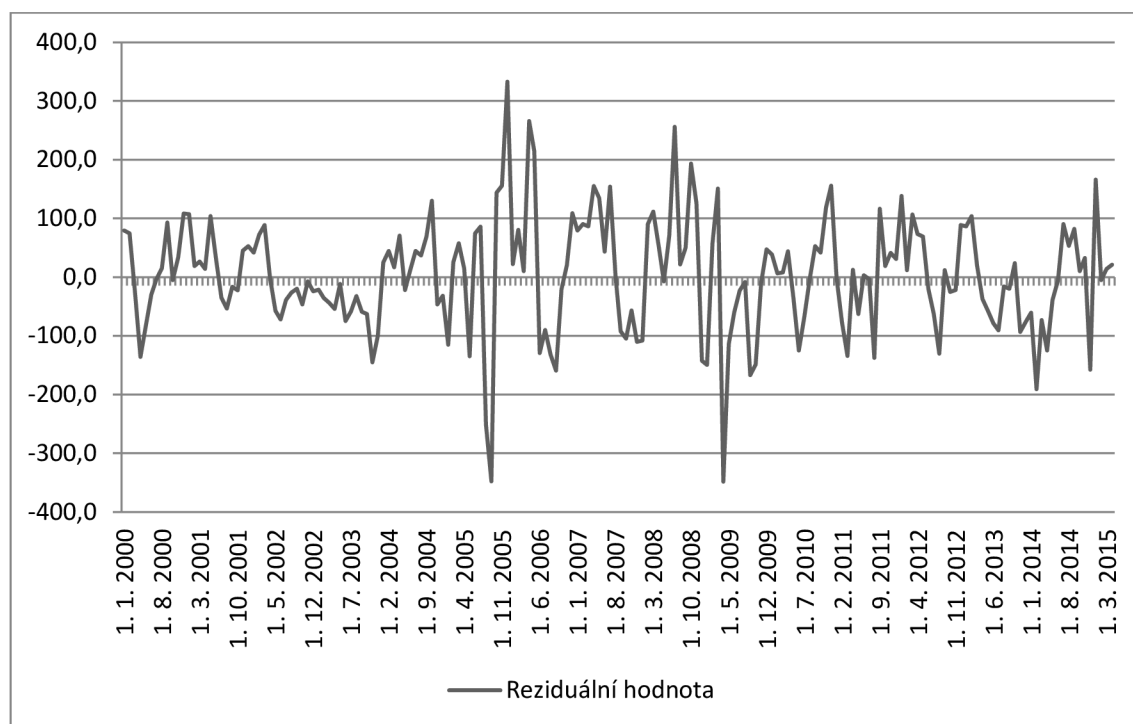
Graf 35 Hliník - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů hliníku a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 36. Tento graf poukazuje zejména na nadhodnocení na přelomu roku 2005 a 2006, v první polovině roku 2007 a v průběhu roku 2008 a na podhodnocení ceny hliníku ve třetím čtvrtletí roku 2005, ve druhé polovině roku 2006 a v dubnu roku 2009.

Graf 36 Hliník - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



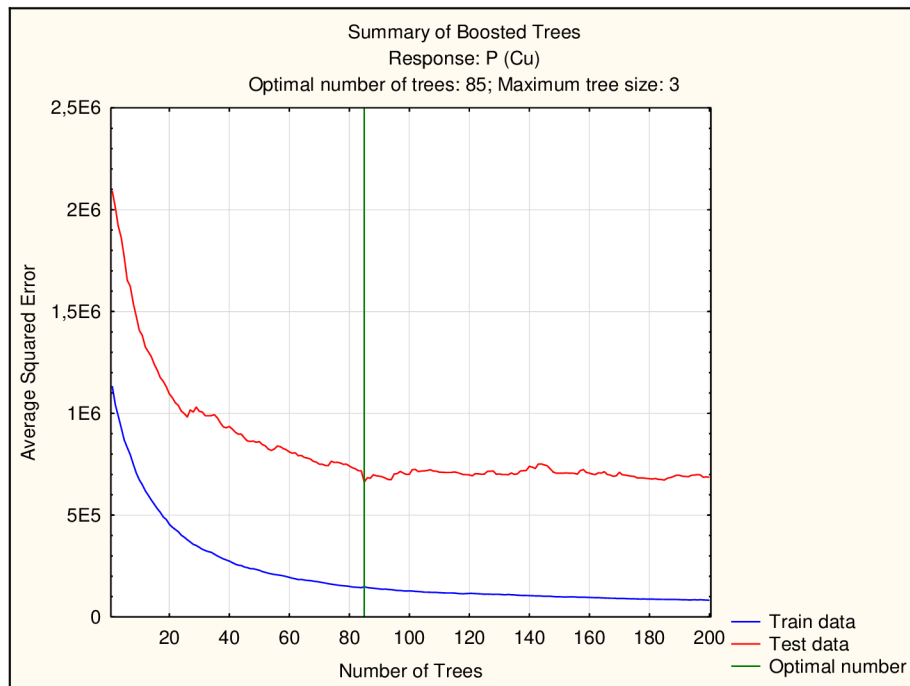
*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- **Měď**

Výsledný model, který hodnotí závislost mezi hodnotou makroekonomických determinantů (nezávislé proměnné) a kurzem 3 m futures kontraktu mědi se skládá z 85 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 37. Další graf č. 38 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

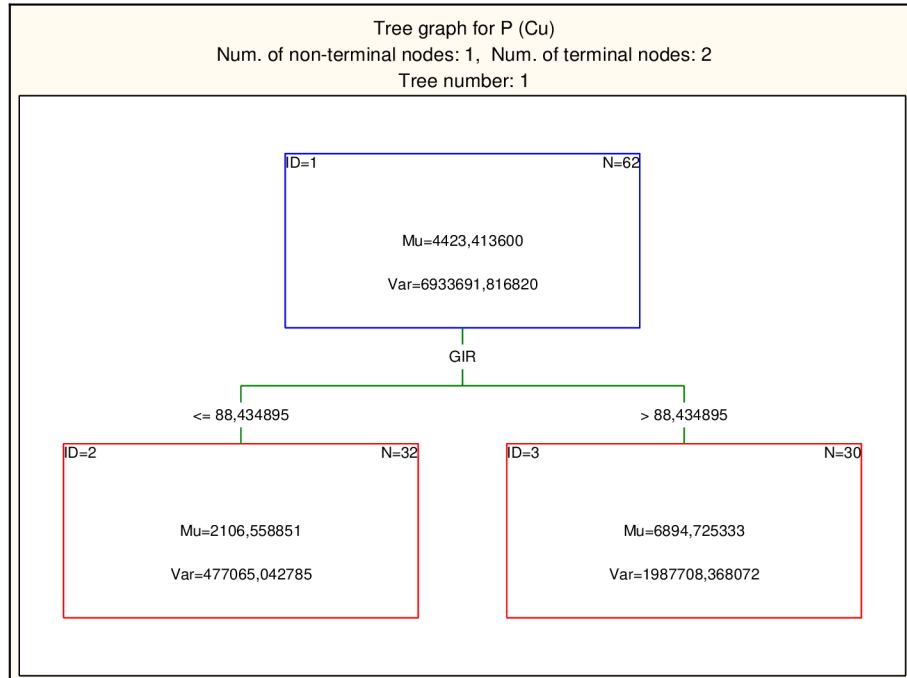


Graf 37 Měď - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 38 Měď - příklad stromu v použitém modelu.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

V následující tabulce č. 24 jsou seřazeny jednotlivé makroekonomické determinanty v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů mědi prostřednictvím metody BT.

Tabulka 24 Měď - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů.

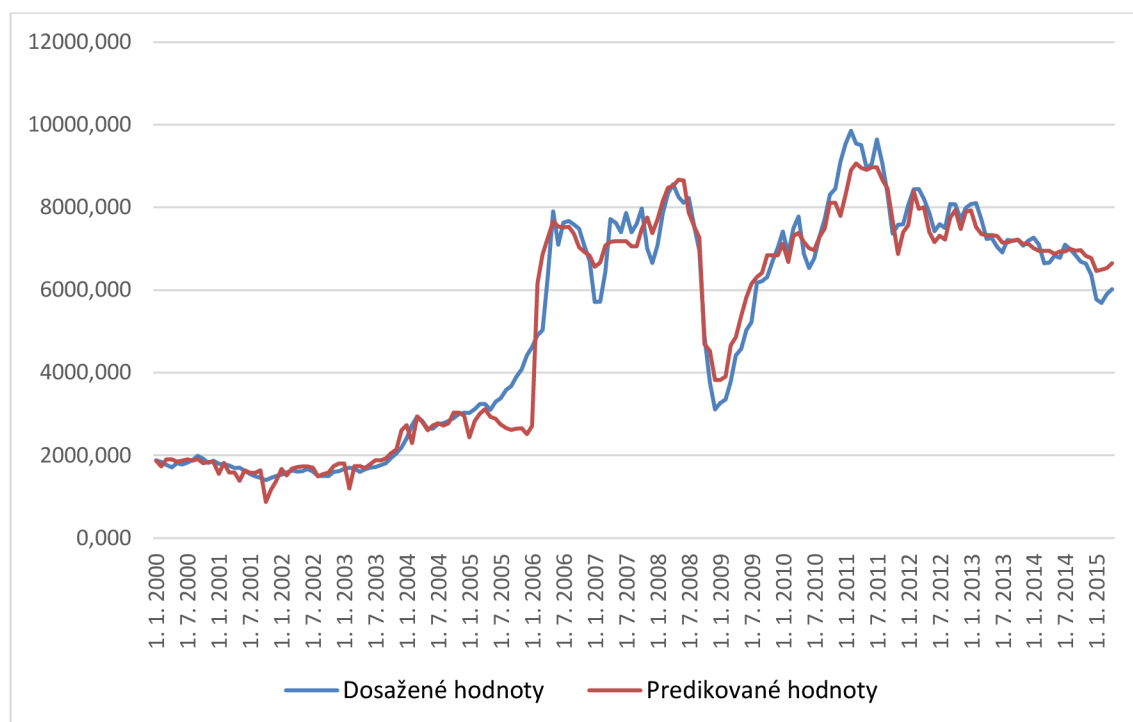
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
NEERUSD	100	1,000000
EURIP	94	0,937345
USIP	85	0,849913
GIR	77	0,766374
USPMI	69	0,692689
CHSTIR	69	0,687721
GPMI	63	0,625813
VIX	62	0,615121
USSTIR	50	0,499710
CHIP	46	0,462576
NEERJUAN	45	0,451006
CHPMI	42	0,420862

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 24 vyplývá, že z analyzovaných makroekonomických determinantů, mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti ukazatele: síla amerického dolaru, ukazatel průmyslové produkce Spojených států amerických a evropských zemí nebo inflace. Naopak za relativně nevýznamnou položku jsou ukazatele síly čínského jüanu a čínský PMI index.

Níže je také uvedený graf č. 39, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů hliníku (v USD/mt) a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

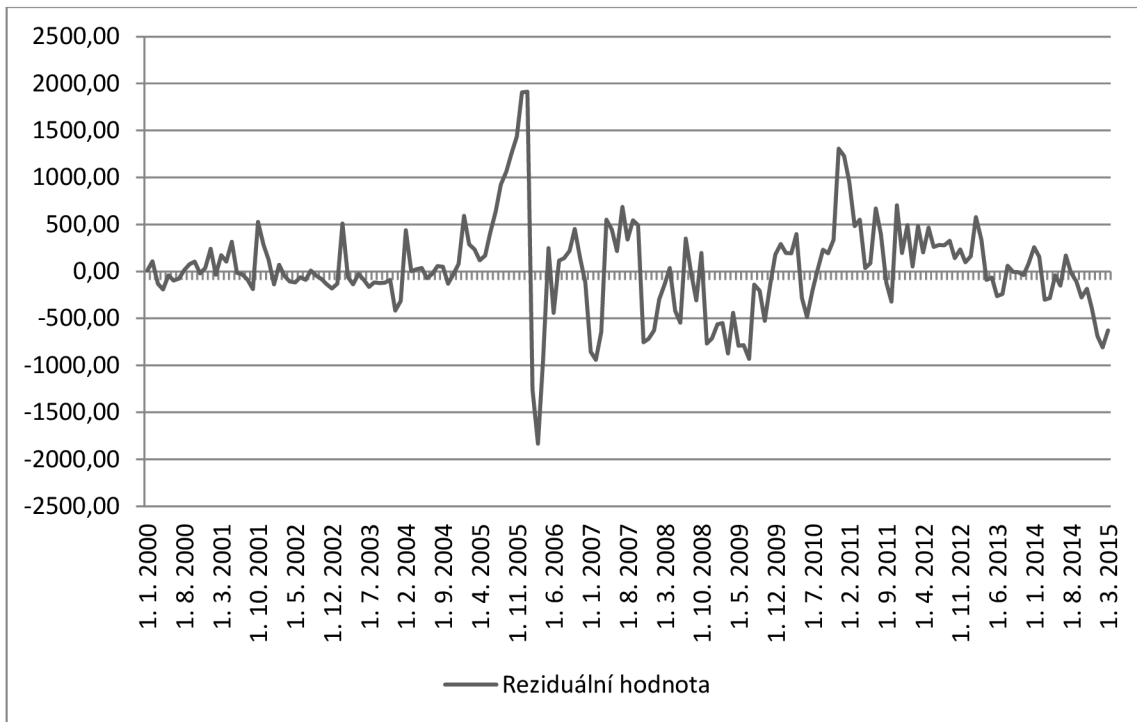
Graf 39 Měď - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů mědi a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 40. Tento graf poukazuje zejména na nadhodnocení na přelomu ve druhé polovině roku 2005 nebo na začátku roku 2011 a na podhodnocení ceny mědi na začátku roku 2006 a od prosince 2008 do června roku 2009.

Graf 40 Měď - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).

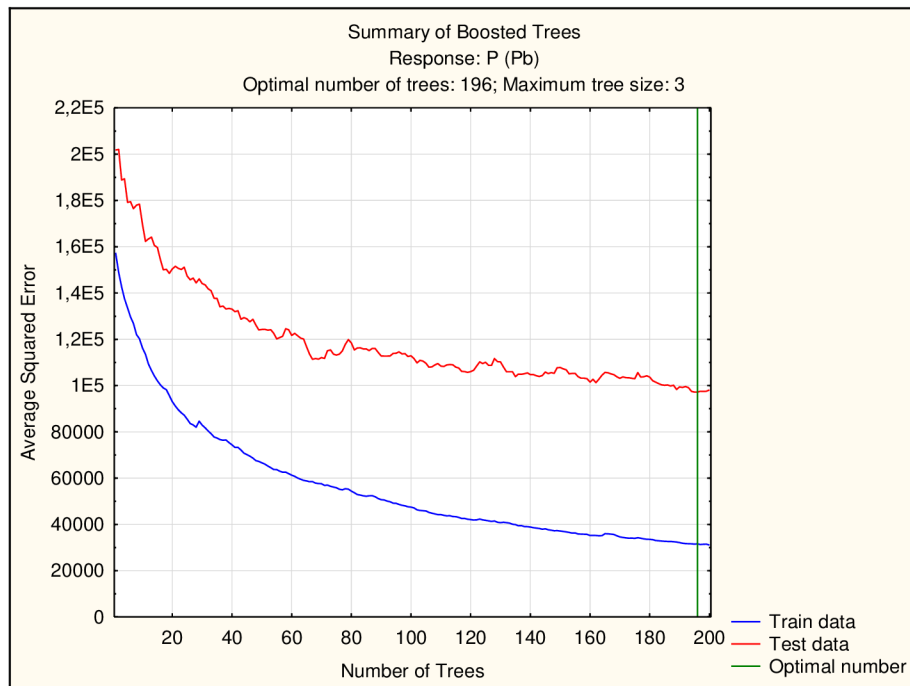


*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- **Olovo**

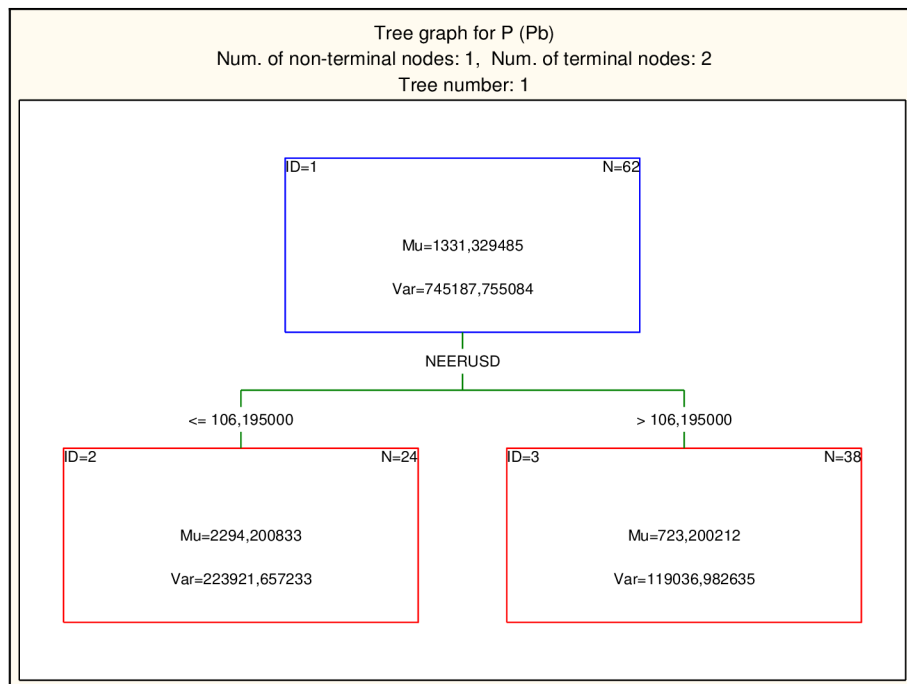
Výsledný model, který hodnotí závislost mezi hodnotou makroekonomických determinantů (nezávislé proměnné) a kurzem 3 m futures kontraktu olova se skládá ze 196 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 41. Další graf č. 42 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

Graf 41 Olovo - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 42 Olovo - příklad stromu v použitém modelu.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

V následující tabulce č. 25 jsou seřazeny jednotlivé makroekonomické determinanty v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů olova prostřednictvím metody BT.

Tabulka 25 Olovo - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů.

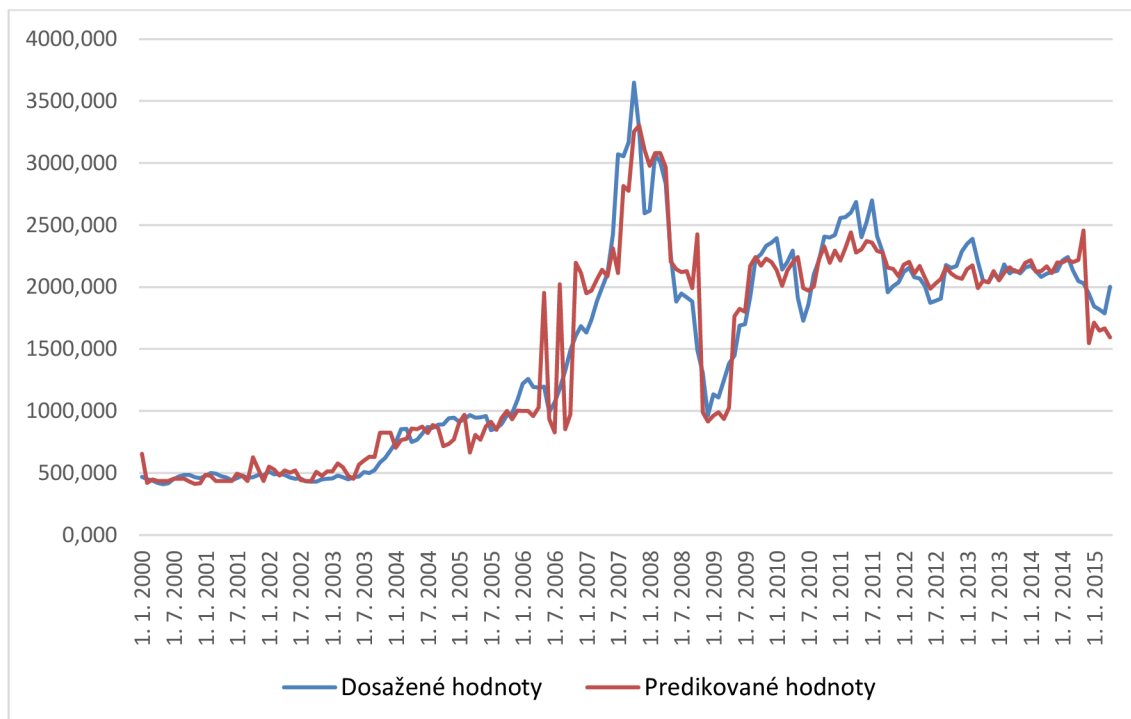
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
GIR	100	1,000000
EURIP	100	0,995341
NEERUSD	94	0,938703
USIP	90	0,903761
NEERJUAN	81	0,808963
CHSTIR	72	0,717243
VIX	62	0,622248
CHIP	62	0,616498
USSTIR	61	0,610877
USPMI	60	0,596304
GPMI	57	0,568507
CHPMI	53	0,531395

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 25 vyplývá, že z analyzovaných makroekonomických determinantů, mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti ukazatele: globální inflace, index síla amerického dolaru, ukazatel průmyslové produkce Spojených států amerických a evropských zemí. Naopak za relativně nevýznamnou položku jsou ukazatele indexu globální a čínský PMI index.

Níže je také uvedený graf č. 43, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů hliníku (v USD/mt) a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

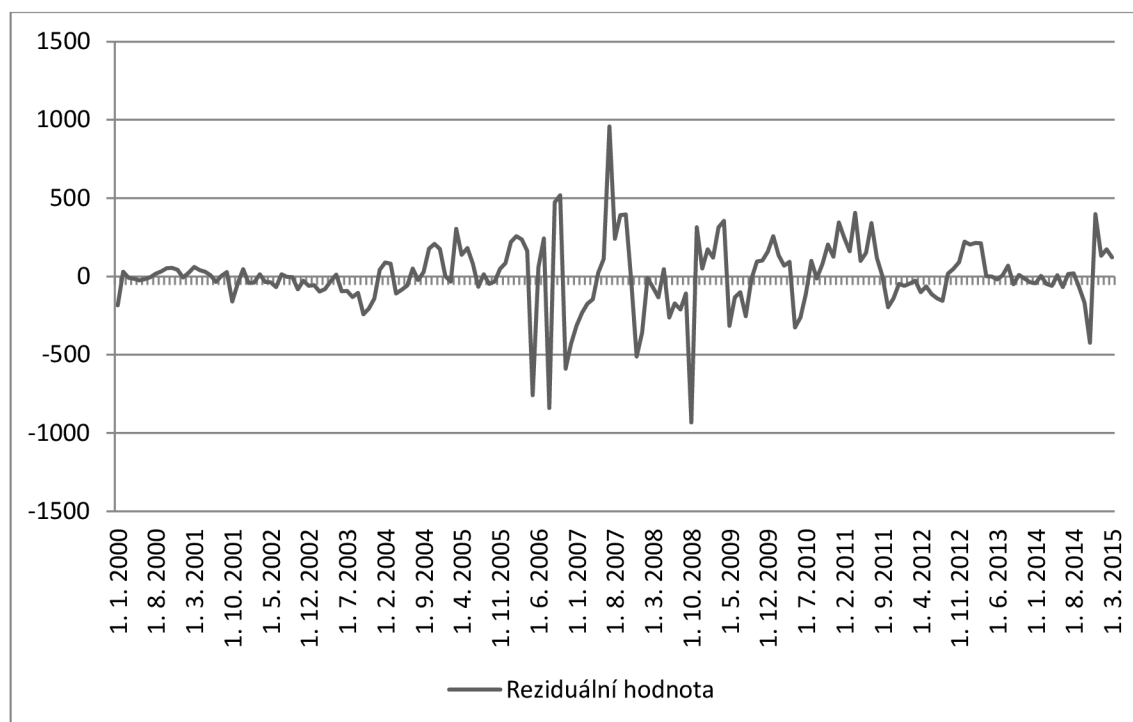
Graf 43 Olovo - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů olova a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 44. Tento graf poukazuje na střídavé nadhodnocení a podhodnocení kurzu 3m futures kontraktů olova v roce 2006, dále pak na relativně silné nadhodnocení v období 7/2011 až 11/2007, kdy byla zaznamenána nejvyšší hodnota těchto kontraktů za celé sledované období. Dlouhodobé nadhodnocení je možné sledovat také v první polovině roku 2011. Podhodnocení trhu je patrné zejména v průběhu roku 2008, kdy došlo k prudkému poklesu ceny olova.

Graf 44 Olovo - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



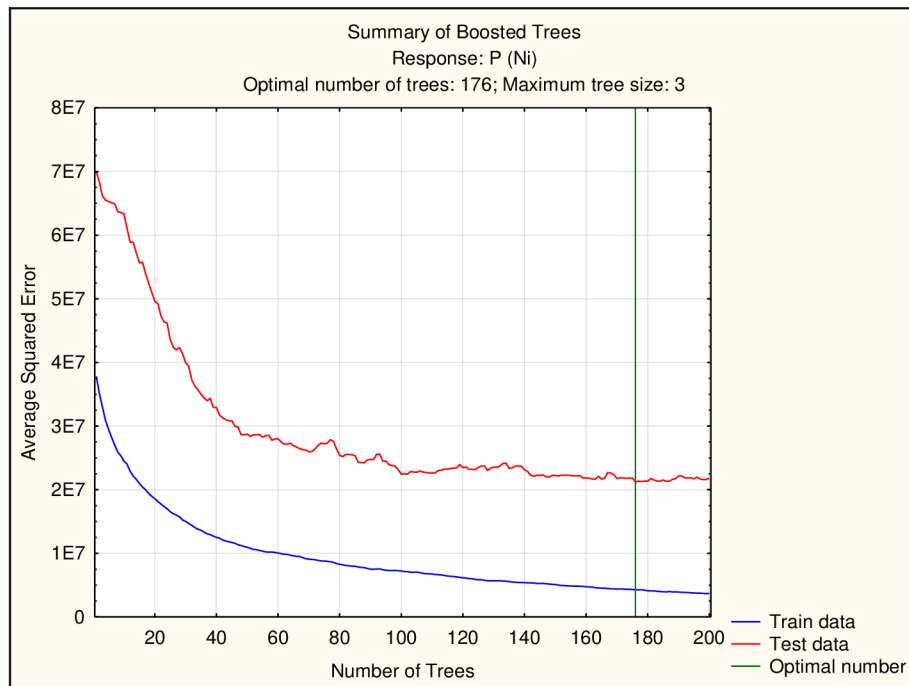
*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- **Nikl**

Výsledný model, který hodnotí závislost mezi hodnotou makroekonomických determinantů (nezávislé proměnné) a kurzem 3 m futures kontraktu mědi se skládá ze 176 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 45. Další graf č. 46 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

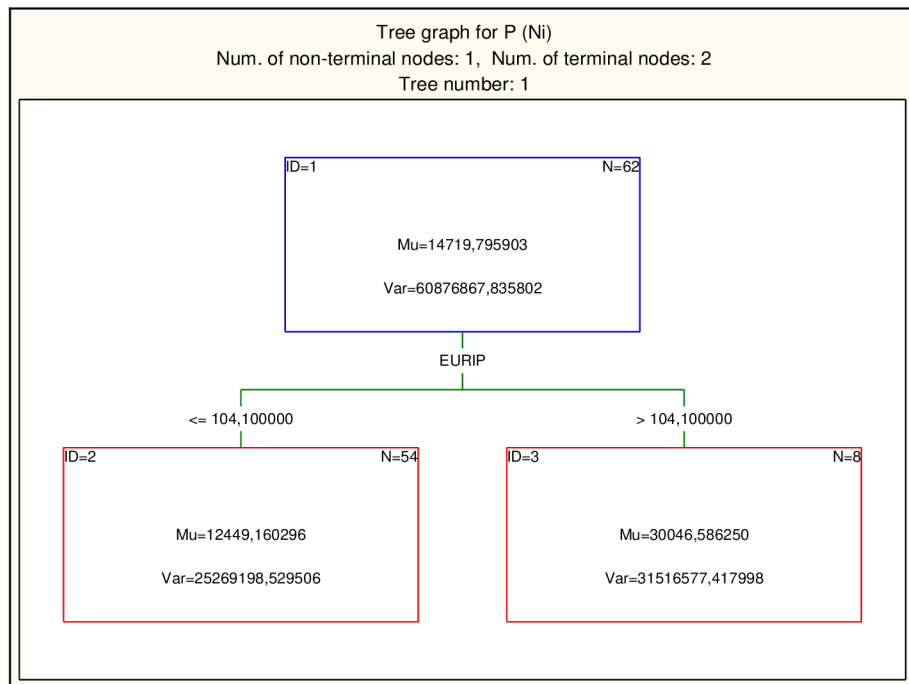


Graf 45 Nikl - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 46 Nikl - příklad stromu v použitém modelu.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

V následující tabulce č. 26 jsou seřazeny jednotlivé makroekonomické determinanty v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů niklu prostřednictvím metody BT.

Tabulka 26 Nikl - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů.

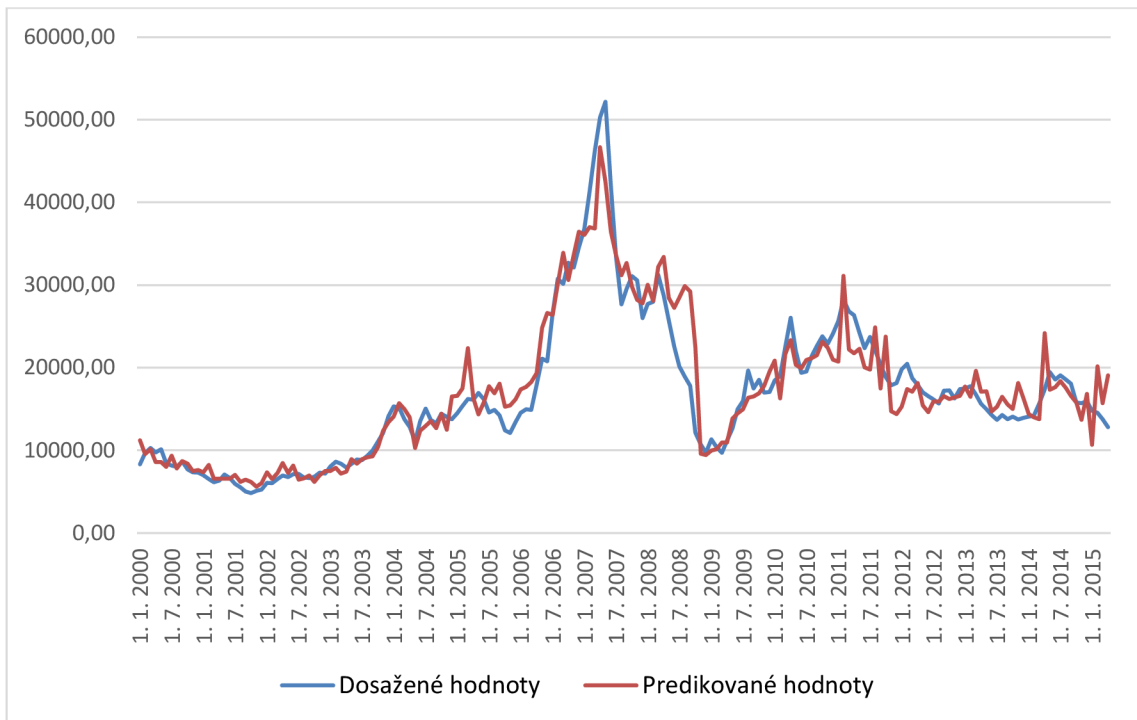
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
EURIP	100	1,000000
NEERUSD	96	0,955233
GIR	90	0,897755
RSTIR	83	0,826873
VIX	78	0,780321
CHPMI	71	0,710488
GPMI	69	0,686004
USIP	65	0,647697
CHSTIR	62	0,622335
USPMI	61	0,614575
USSTIR	58	0,584893
NEERJUAN	54	0,541917
CHIP	49	0,492761

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 26 vyplývá, že z analyzovaných makroekonomických determinantů, respektive změny jejich hodnot, mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti ukazatele: ukazatel průmyslové produkce evropských zemí, síla amerického dolaru globální inflace, ale také krátkodobé úrokové sazby Ruské federace (tento ukazatel byl zahrnut do analýz pouze u niklu, z důvodu dominantního postavení Ruské federace z hlediska světové produkce niklu). Naopak méně významným ukazatelem se v tomto případě jeví ukazatel průmyslové produkce Číny a čínský jüan.

Níže je také uvedený graf č. 47, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů niklu (v USD/mt) a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

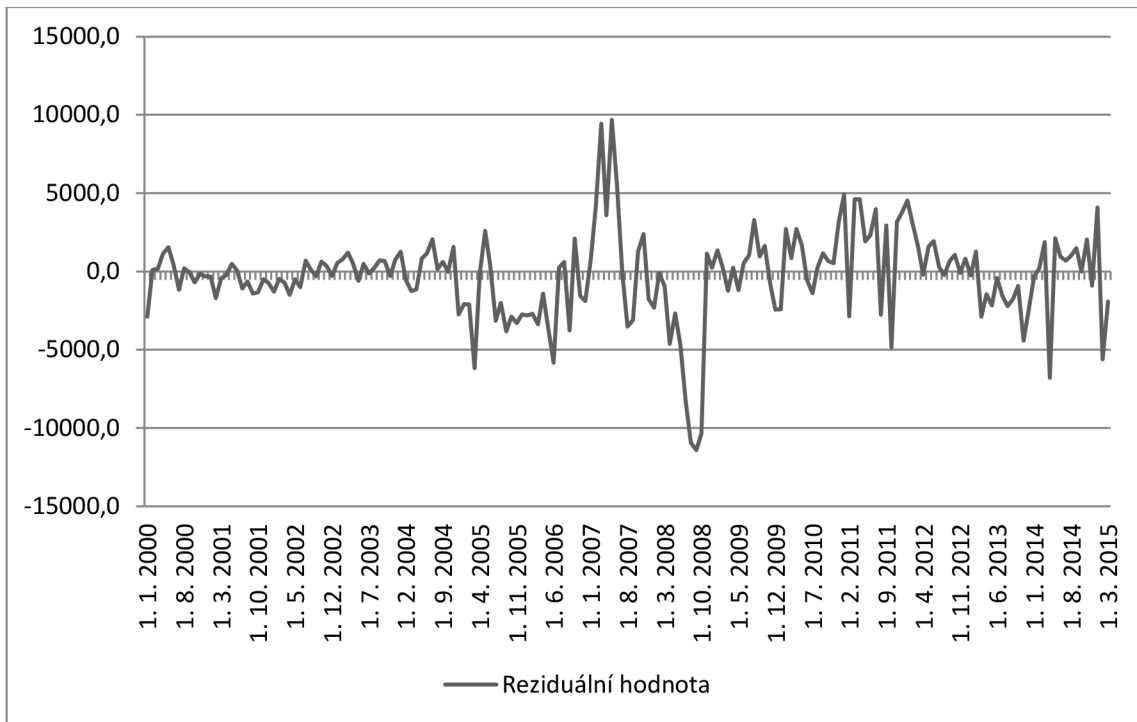
Graf 47 Nikl - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů niklu a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 48. Tento graf poukazuje (dle daného modelu) zejména na nadhodnocení v roce 2007 a na podhodnocení ceny niklu ve druhé polovině roku 2008.

Graf 48 Nikl - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).

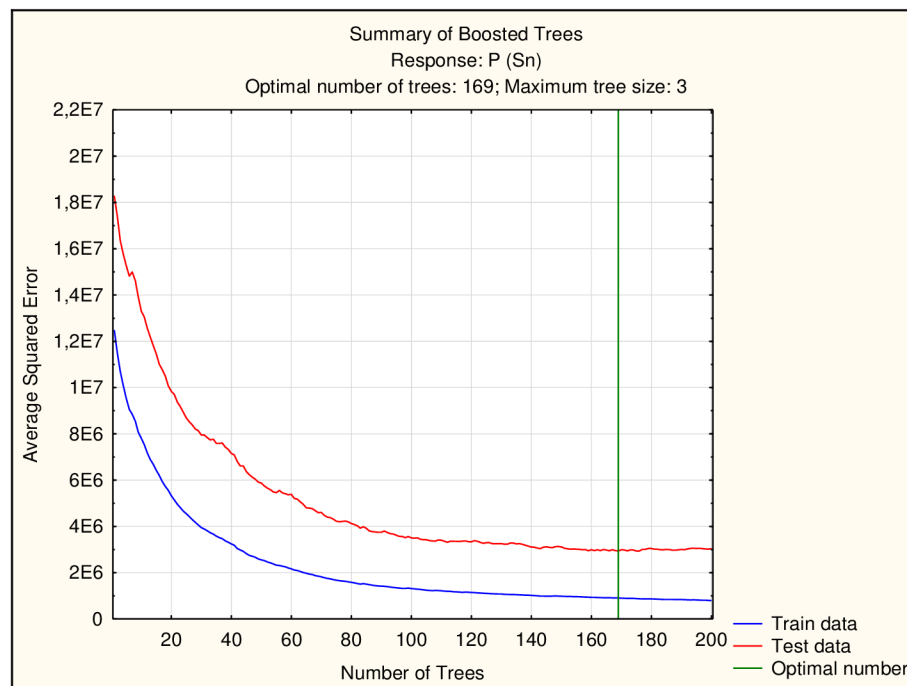


*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- **Cín**

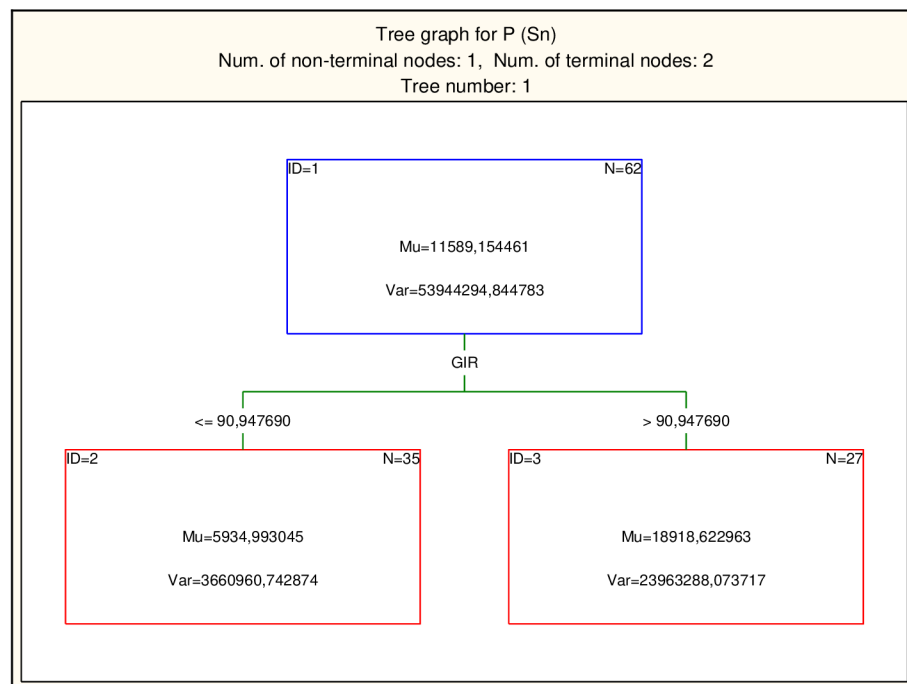
Výsledný model, který hodnotí závislost mezi hodnotou makroekonomických determinantů (nezávislé proměnné) a kurzem 3 m futures kontraktu cínu se skládá ze 169 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 49. Další graf č. 50 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

Graf 49 Cín - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 50 Cín - příklad stromu v použitém modelu.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

V následující tabulce č. 27 jsou seřazeny jednotlivé makroekonomické determinanty v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů cínu prostřednictvím metody BT.

Tabulka 27 Cín - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů.

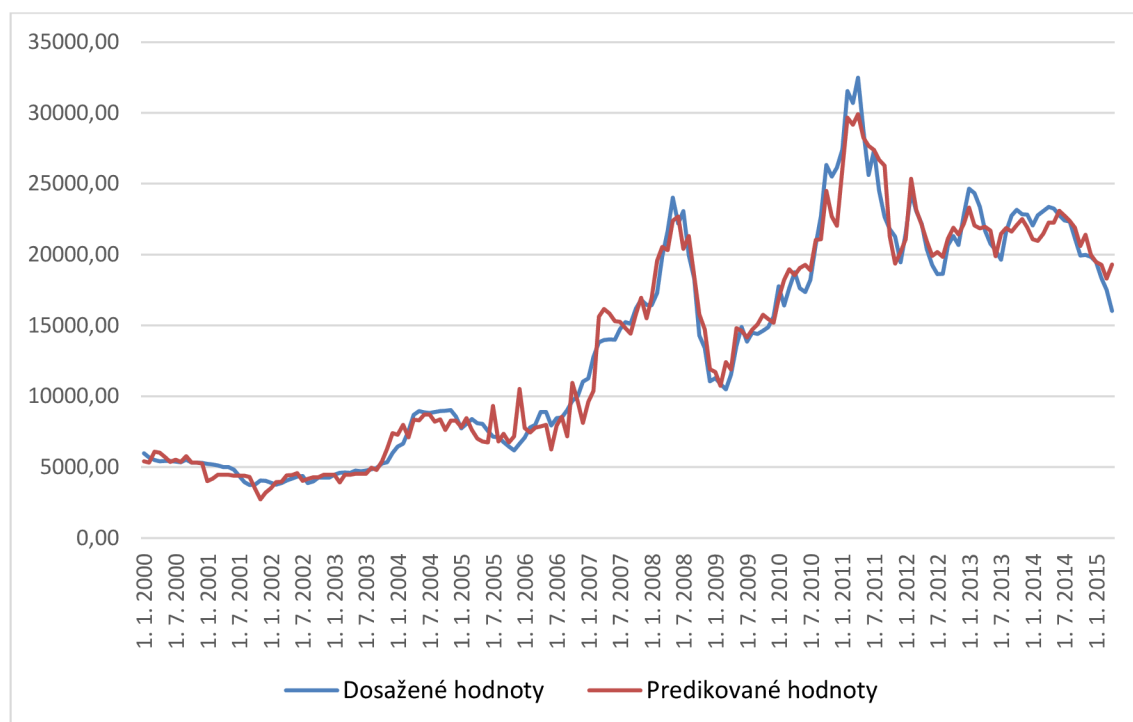
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
NEERUSD	100	1,000000
EURIP	97	0,969825
GIR	96	0,962827
USIP	91	0,905529
CHSTIR	83	0,833859
USPMI	79	0,787408
VIX	77	0,772710
USSTIR	75	0,750636
GPMI	60	0,604428
CHPMI	60	0,603015
NEERJUAN	49	0,487826
CHIP	43	0,433479

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 27 vyplývá, že z analyzovaných makroekonomických determinantů, respektive změny jejich hodnot, mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti (nad 0,9) ukazatele: síla amerického dolaru, ukazatel průmyslové produkce Spojených států amerických a evropských zemí nebo inflace. Naopak za relativně nevýznamnou položku jsou ukazatele síly čínského jüanu a ukazatel čínské průmyslové produkce.

Níže je také uvedený graf č. 51, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů cínu (v USD/mt) a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

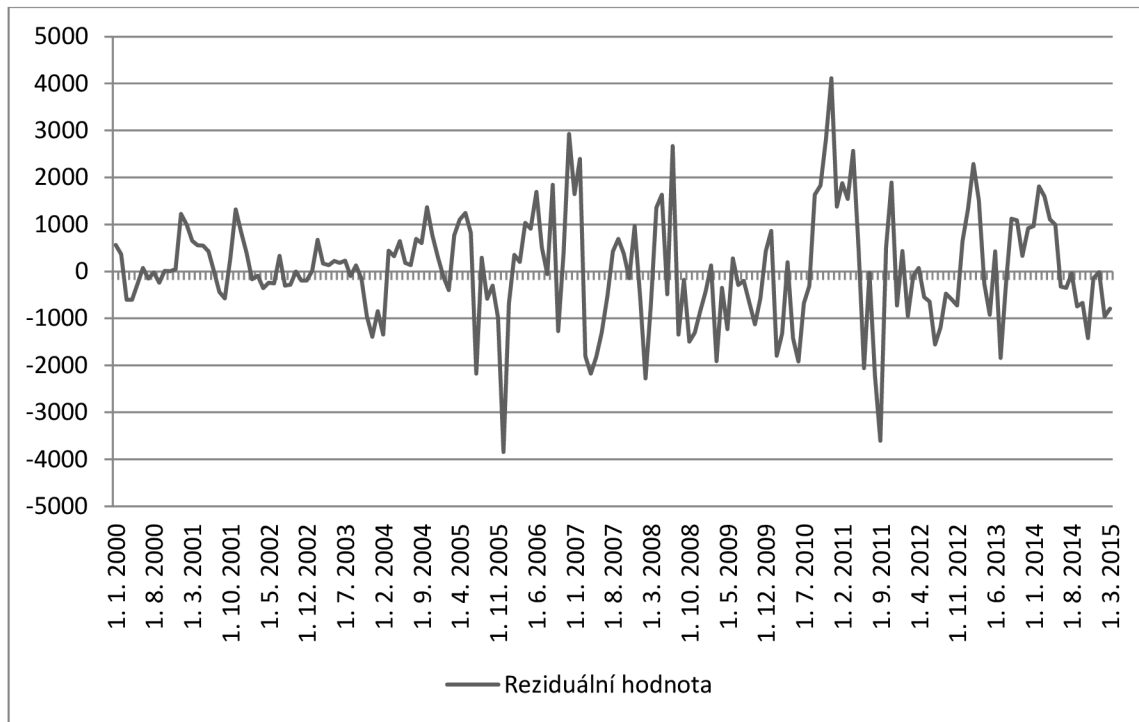
Graf 51 Cín - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů cínu a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 52. Tento graf poukazuje (dle daného modelu) zejména na nadhodnocení ve čtvrtém čtvrtletí roku 2006 nebo na přelomu roku 2010 a 2011, kdy byly zaznamenány nejvyšší hodnoty kurzů 3m futures kontraktů cínu za celé sledované období. Na podhodnocení ceny cínu na konci roku 2005, ve druhém čtvrtletí roku 2007 ve druhé polovině roku 2008 nebo v září roku 2011.

Graf 52 Cín - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



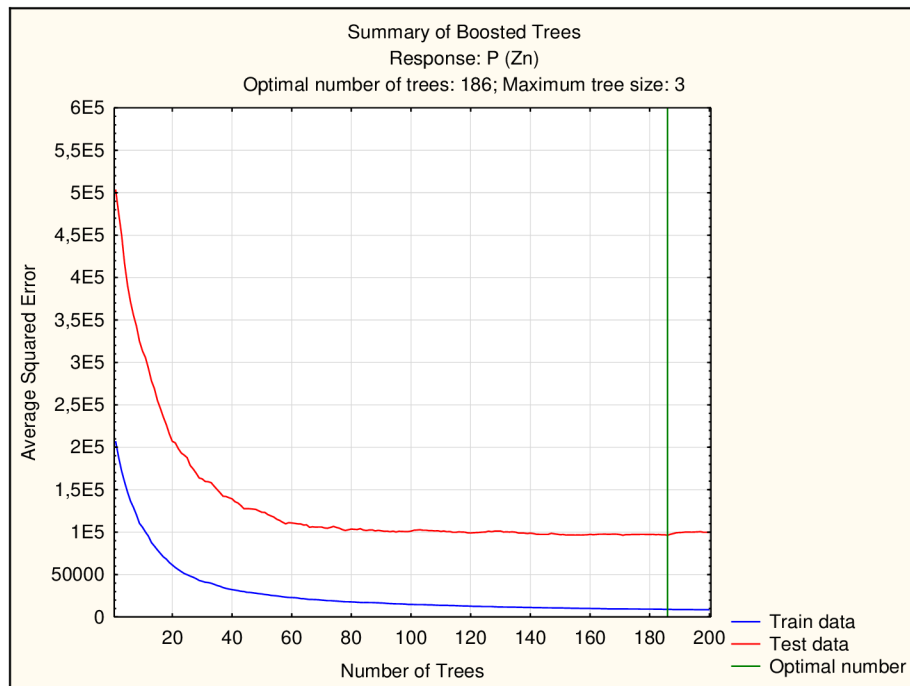
*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- **Zinek**

Výsledný model, který hodnotí závislost mezi hodnotou makroekonomických determinantů (nezávislé proměnné) a kurzem 3 m futures kontraktu mědi se skládá ze 186 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 53. Další graf č. 54 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

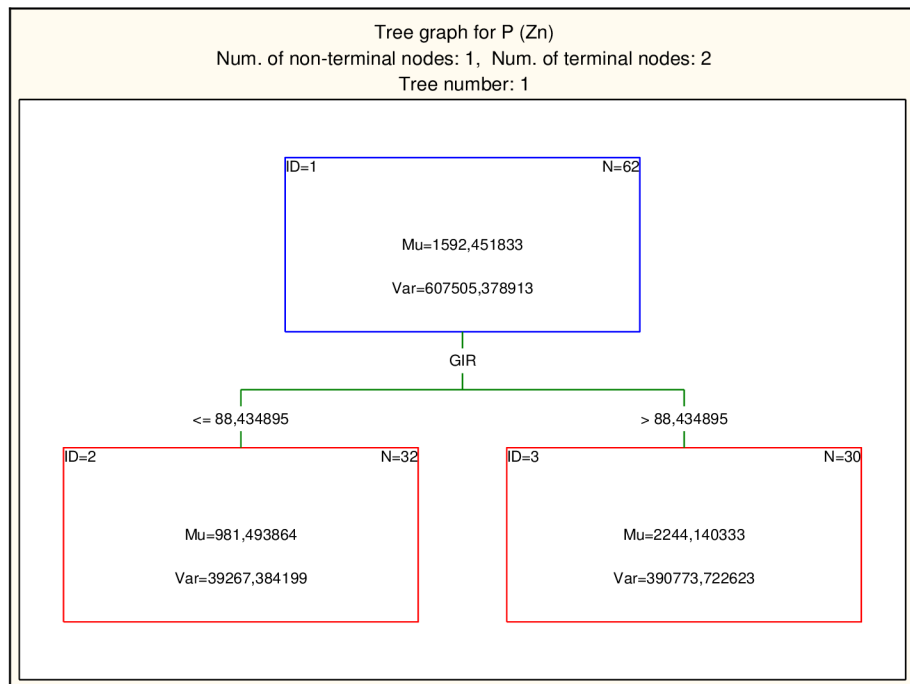


Graf 53 Zinek - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 54 Zinek - příklad stromu v použitém modelu.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

V následující tabulce č. 28 jsou seřazeny jednotlivé makroekonomické determinanty v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů zinku prostřednictvím metody BT.

Tabulka 28 Zinek - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů.

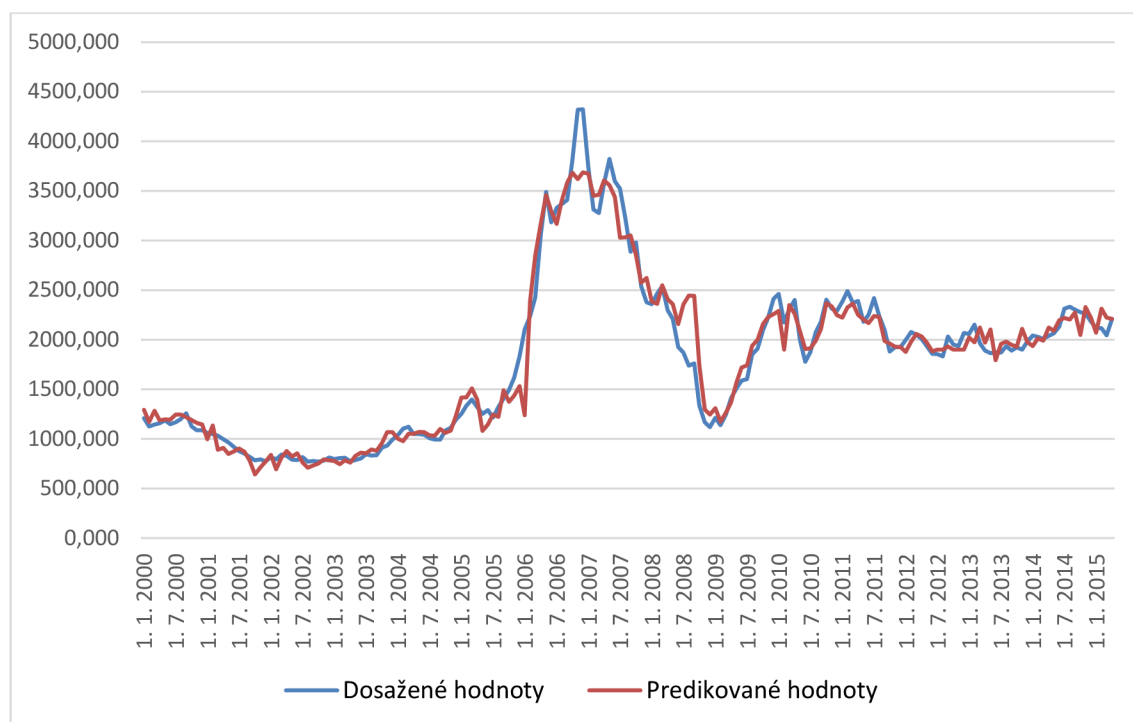
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
EURIP	100	1,000000
USSTIR	85	0,854672
NEERJUAN	84	0,842089
CHPMI	81	0,813210
GIR	80	0,799872
GPMI	75	0,745287
VIX	74	0,738537
USIP	68	0,678188
USPMI	61	0,611868
CHIP	61	0,606742
NEERUSD	47	0,473371
CHSTIR	47	0,473717

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 28 vyplývá, že z analyzovaných makroekonomických determinantů, respektive změny jejich hodnot, mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti ukazatele: ukazatel průmyslové produkce evropských zemí, krátkodobé úrokové sazby Spojených států amerických (pozn. jak bylo uvedeno v analýze korelace jednotlivých ukazatelů, krátkodobé úrokové sazby Spojených států amerických vykazují silnou korelaci s úrokovými sazbami Eurozóny a velké Británie), síla čínského jüanu nebo PMI index Číny. Naopak v tomto modelu jsou relativně nevýznamnou položkou krátkodobé úrokové sazby Číny nebo síla amerického dolaru.

Níže je také uvedený graf č. 55, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů zinku (v USD/mt) a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

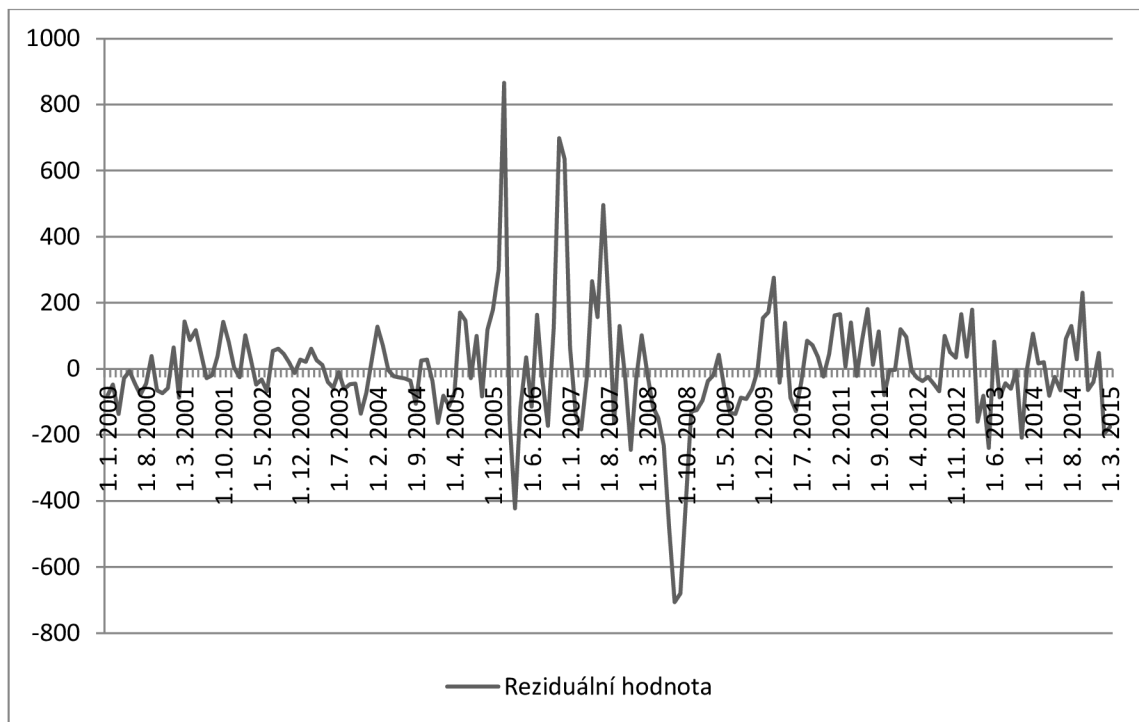
Graf 55 Zinek - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů zinku a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 56. Tento graf poukazuje (dle daného modelu) zejména na nadhodnocení v 12/2005 a 1/2006 a na přelomu roku 2006 a 2007. K nejvýznamnějšímu podhodnocení pak došlo ve druhé polovině roku 2008.

Graf 56 Zinek - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

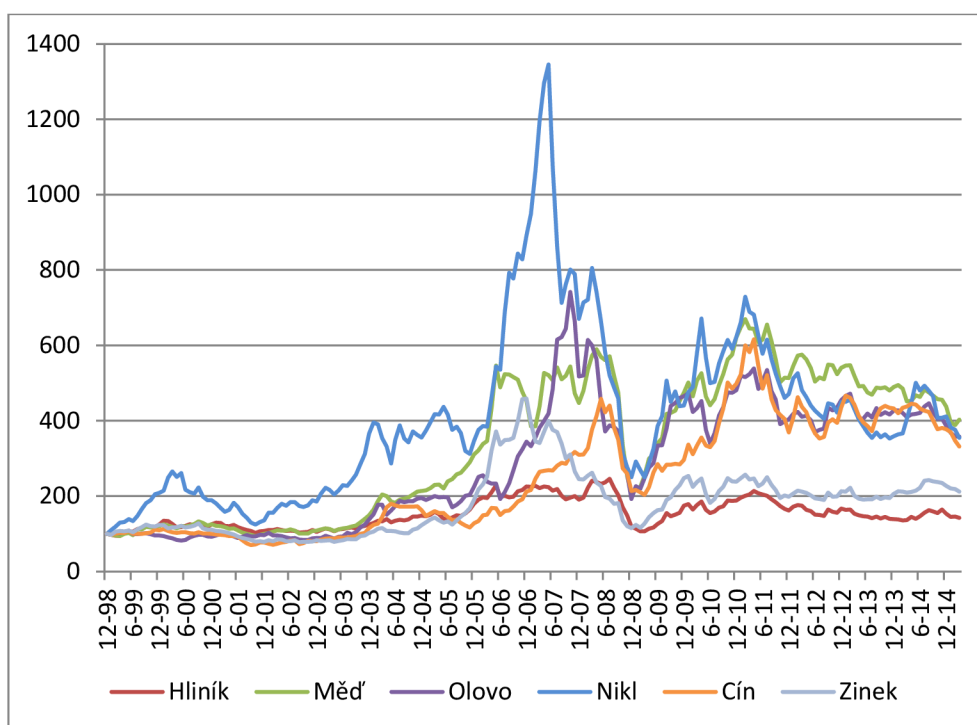
## 6 Hodnocení vztahu rizika a výnosu průmyslových kovů

Na základě historického výnosu a směrodatné odchylky je v této kapitole kalkulován Sharpeho poměr, který je doplněn o základní statistické ukazatele a korelační matici. V druhé části kapitoly je pak vytvořený indikátor nadhodnocení/podhodnocení na základě modelu ex-post CAPM.

### 6.1 Základní statistické ukazatele, historický výnos, korelace a Sharpeho poměr

V rámci hodnocení vztahu rizika a výnosu je v této části práce porovnán kumulovaný výnos jednotlivých průmyslových kovů při uvažování počáteční investice 100\$ (graf č. 57), dále je zde uvedena korelační matice (tabulka č. 29) a základní statistické údaje včetně uvedení hodnoty Sharpeho poměru (tabulka č. 30) za celé sledované období od 12/1998 do 3/2015.

Graf 57 Historická výnosnost průmyslových kovů při počáteční investici 100\$ (měsíční frekvence, 12/1998 až 3/2015)



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Tabulka 29 Korelační matice kurzů 3m futures kontraktů průmyslových kovů (měsíční data, 12/1998 až 3/2015).

Proměnná	Hliník	Měď	Olovo	Nikl	Cín	Zinek
Hliník	1	0,672	0,474	0,527	0,517	0,607
Měď	0,672	1	0,557	0,520	0,504	0,675
Olovo	0,474	0,557	1	0,385	0,448	0,618
Nikl	0,527	0,520	0,385	1	0,516	0,513
Cín	0,517	0,504	0,448	0,516	1	0,433
Zinek	0,607	0,675	0,618	0,513	0,433	1

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Tabulka 30 Průmyslové kovy - základní statistické ukazatele (měsíční data, 12/1998 až 3/2015).

Proměnná	Počet měsíců	Směrodatná odchylka	p-value	Šikmost	Špičatost
Hliník	195	0,051	0,129	-0,360	1,370
Měď	195	0,068	0,002	-0,160	3,990
Olovo	195	0,076	0,005	-0,290	1,790
Nikl	195	0,090	0,337	-0,040	0,510
Cín	195	0,065	0,019	0,060	0,650
Zinek	195	0,066	0,062	-0,030	1,890
Proměnná	Průměrný výnos	Průměrný výnos - bezriziková úroková sazba	Minimální výnos	Maximální výnos	Sharpeho poměr
Hliník	0,0031	-0,0001	-0,195	0,159	-0,009
Měď	0,0095	0,0063	-0,295	0,260	0,318
Olovo	0,0095	0,0062	-0,254	0,271	0,284
Nikl	0,0105	0,0073	-0,318	0,281	0,281
Cín	0,0082	0,0050	-0,216	0,175	0,267
Zinek	0,0060	0,0060	-0,250	0,276	0,146

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Graf č. 57 znázorňuje komparaci vývoje kumulativního zhodnocení počáteční investice 100\$. Nejvýraznější nárůst byl zaznamenán u niklu – přibližně 140% v časovém intervalu od 6/2006 do 6/2007. U niklu je zaznamenán také nejvýraznější meziměsíční

nárůst, a to o 28,1%, stejně tak je u niklu nejvýraznější meziměsíční pokles – 31,8%. Vysoké hodnoty měsíčních směrodatných odchylek - v intervalu od 5,12% u hliníku do 8,97% u niklu potom potvrzují, že průmyslové kovy jsou vysoce rizikovými aktivy. Z grafu č. 57 je patrné, že cenová volatilita jednotlivých kovů je obdobná, což je potvrzeno také vysokými hodnotami korelačních koeficientů jednotlivých párů průmyslových kovů v intervalu od 0,385 do 0,675.

Podle výsledku testu vykazují normální rozdělení na 10% hladině významnosti výnosy hliníku a niklu, na nižší 5% hladině zinek a na nejnižší hladině, tj. 1% cín a měď. Olovo nevykazuje normální rozdělení na žádné standardní hladině významnosti.

Vývoj korelace, vzhledem k aplikaci neparametrického koeficientu, tímto porušením normality není dotčen. Možné zkreslení je však možné u hodnot Sharpeho poměru zmíněných titulů. A to z důvodu nenulových hodnot šikmosti a špičatosti rozdělení.

Samotný Sharpeho poměr přepočítaný na roční hodnoty za celé sledované období 12/1998 až 3/2015 vychází nejlépe u mědi – hodnota Sharpeho poměru je zde 0,318, pouze u hliníku je Sharpeho poměr záporný, což znamená, že za celé sledované období byla výnosnost uvažovaného bezrizikového aktiva (desetiletých státních dluhopisu Spojených států amerických) vyšší než výnosnost 3m futures kontraktů hliníku.

## **6.2 Výsledky indikátoru správnosti ocenění trhu prostřednictvím modelu ex-post CAPM**

V souladu s ex-post CAPM modelem uvedeným v kapitole 3.3.3 je sestrojen příslušný indikátor správnosti ocenění jednotlivých kovů. Přestože se jedná o zajímavý model, který má oporu v ekonomické teorii, tak z hlediska dosažených výsledků se jedná o statisticky nepoužitelný model - u všech analyzovaných kovů model jako celek nevyšel na 90% hladině spolehlivosti statisticky významný. U hliníku a cínu je dokonce přímka CML negativně skloněná, což není v souladu s teoretickými východisky modelu CAPM.

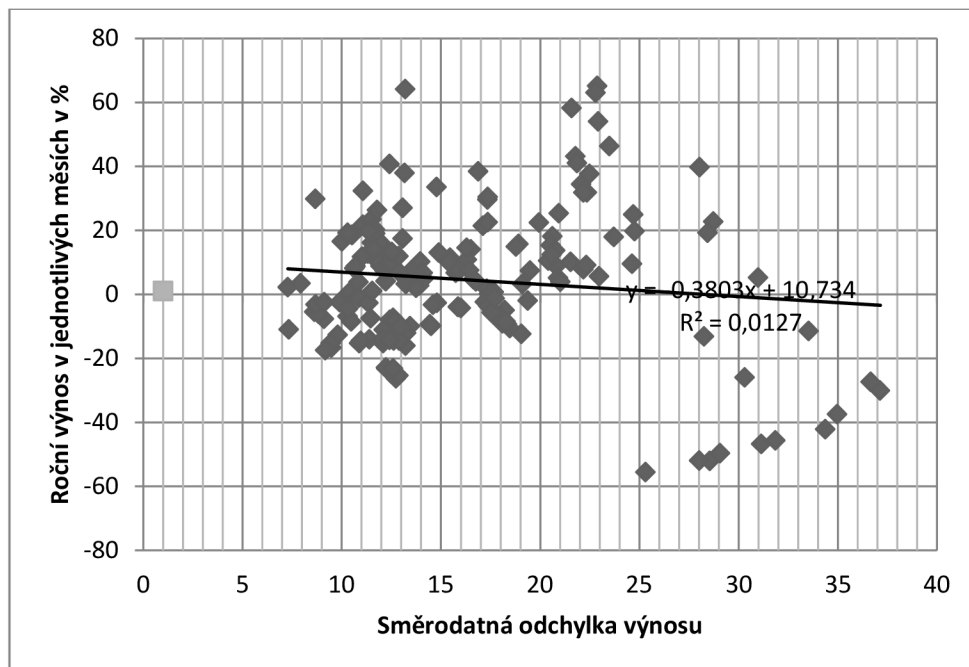
I přes nízkou spolehlivost tohoto modelu, jsou v následující části práce pro každý analyzovaný kov uvedeny 2 grafy s výsledky modelu. První graf znázorňuje vztah historického výnosu a směrodatné odchylky, druhý graf pak znázorňuje indikátor správnosti ocenění v podobě odchylky alfa od lineární regrese všech pozorování

(přímky ex-post CML), pakliže se hodnoty nacházejí nad přímkou ex-post CML, je alfa kladná a vice versa. Komentáře k dosaženým výsledkům jsou uvedeny na konci této podkapitoly.

Na základě dosažených výsledků statistické významnosti je možné konstatovat, že v rámci průmyslových kovů nelze při analýze cenové volatility brát v potaz pouze indikátory rizika a výnosu příslušných aktiv, ale je nezbytné do analýz zahrnout také fundamentální faktory.

- **Hliník**

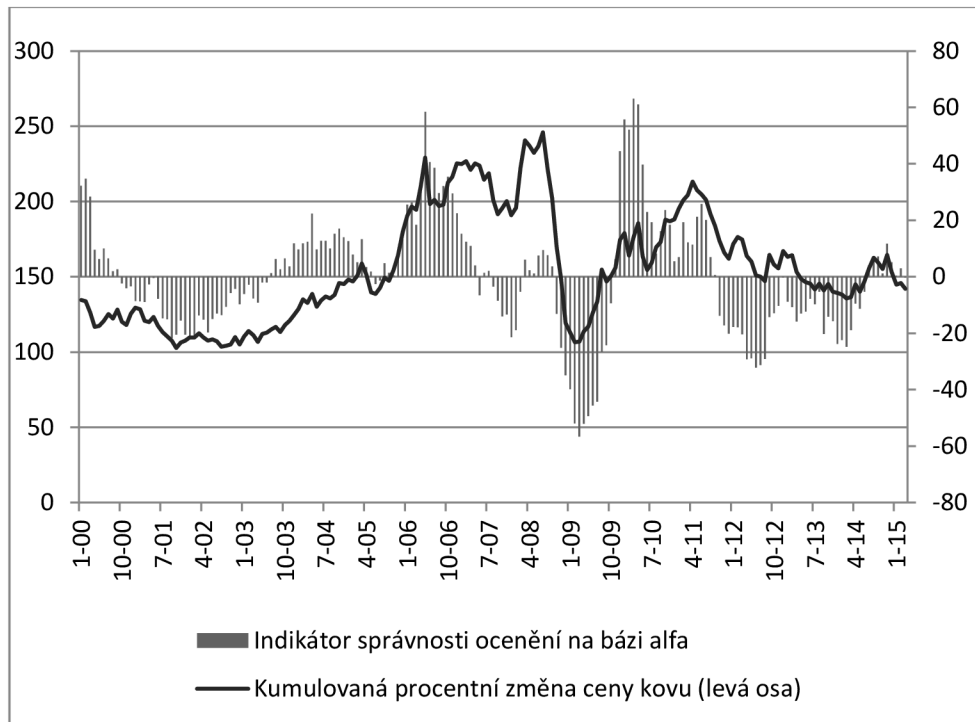
Graf 58 Hliník - riziko vs. výnos.



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*



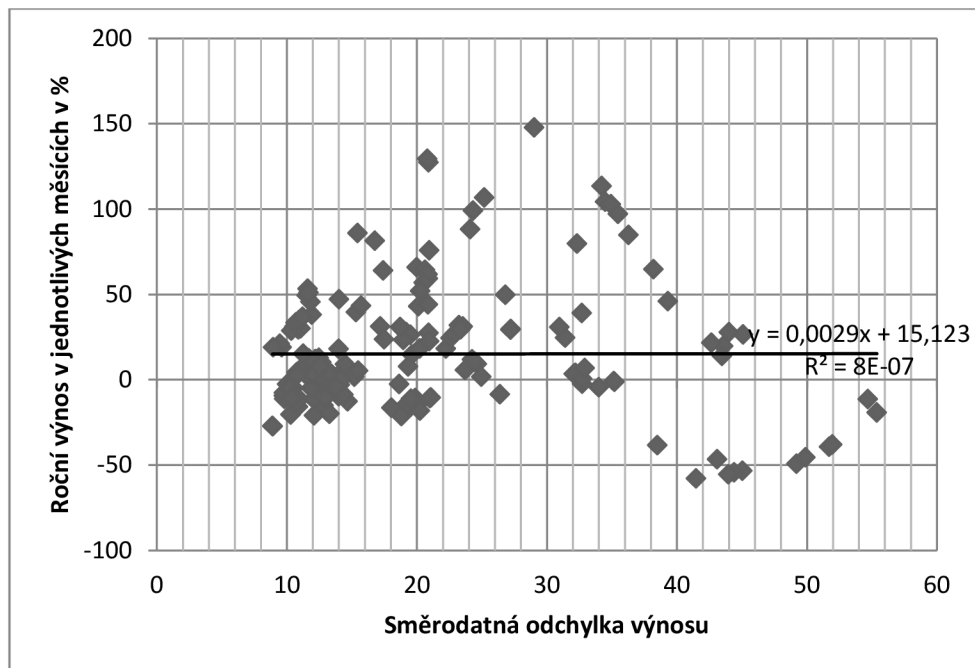
Graf 59 Hliník ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

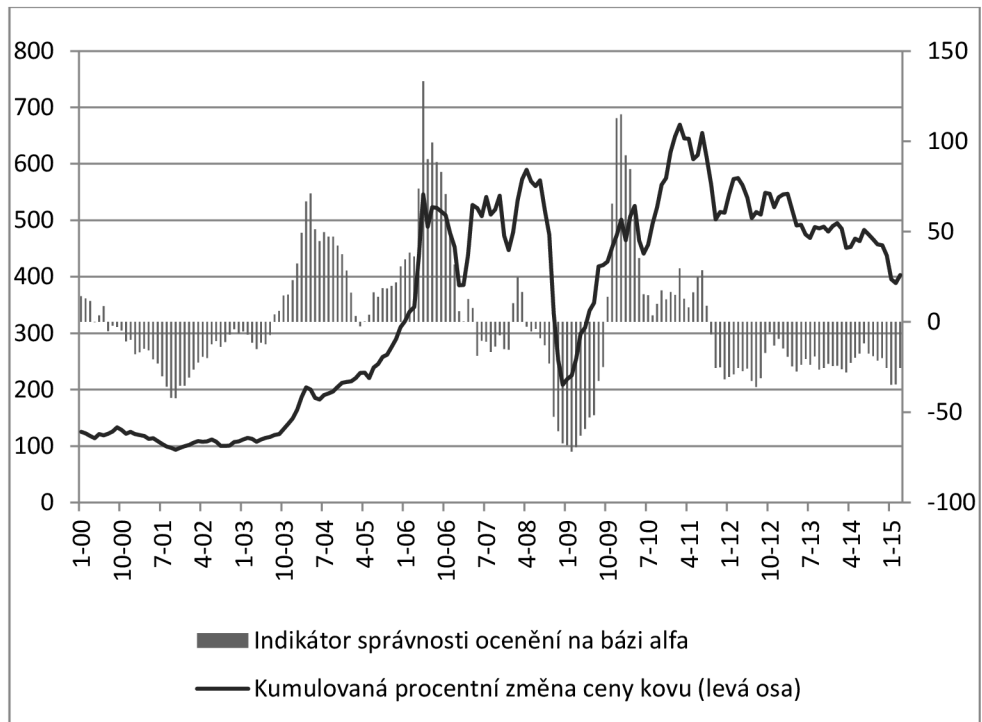
- **Měď**

Graf 60 Měď - riziko vs. výnos.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

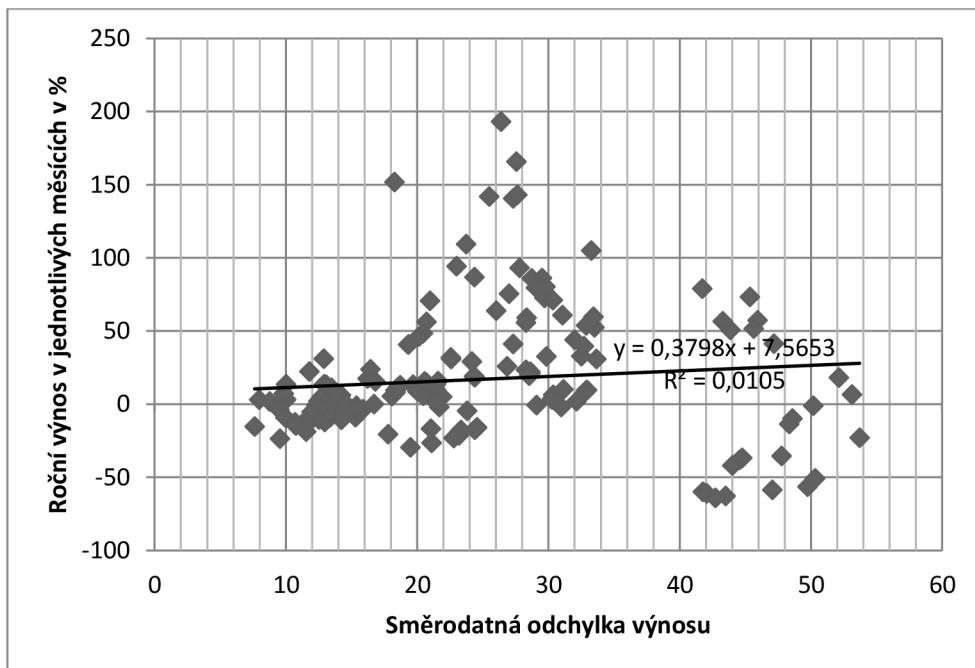
Graf 61 Měď ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

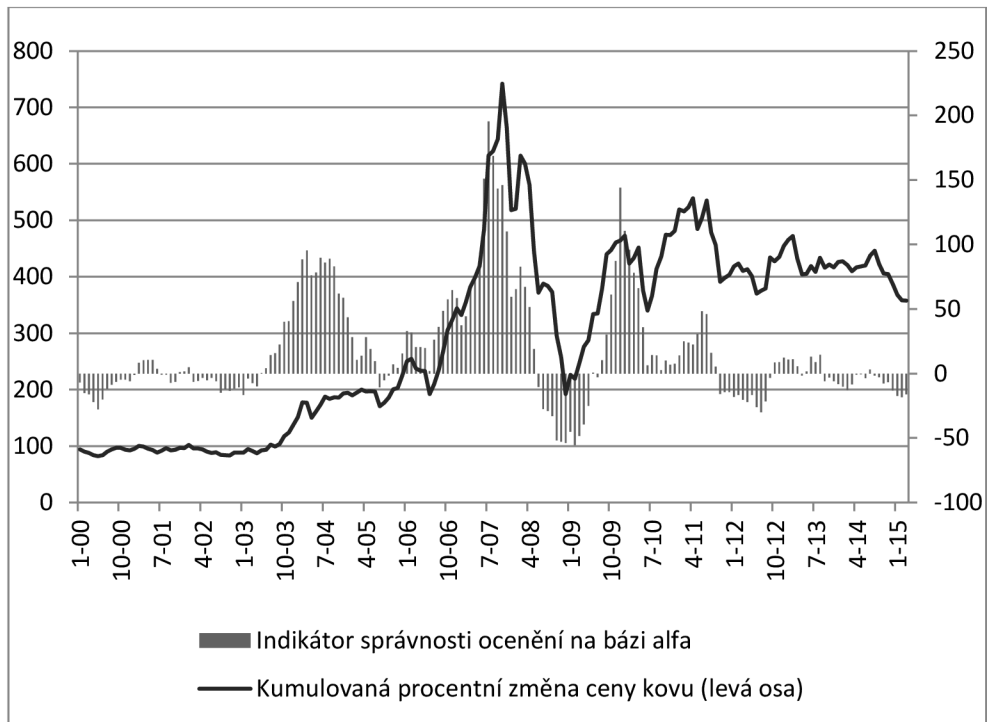
- Olovo**

Graf 62 Olovo - riziko vs. výnos.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

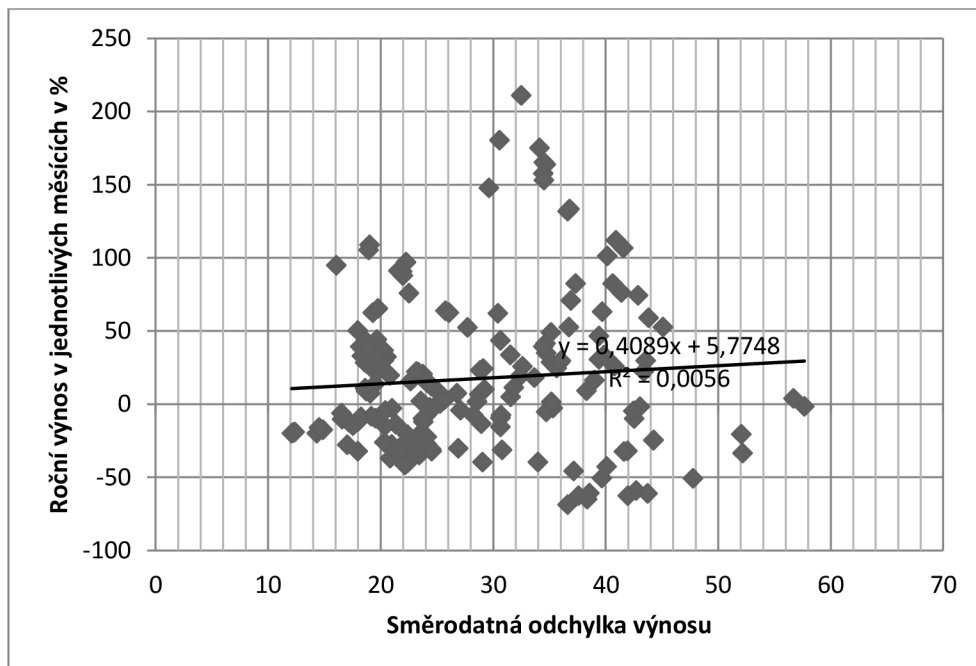
Graf 63 Olovo ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

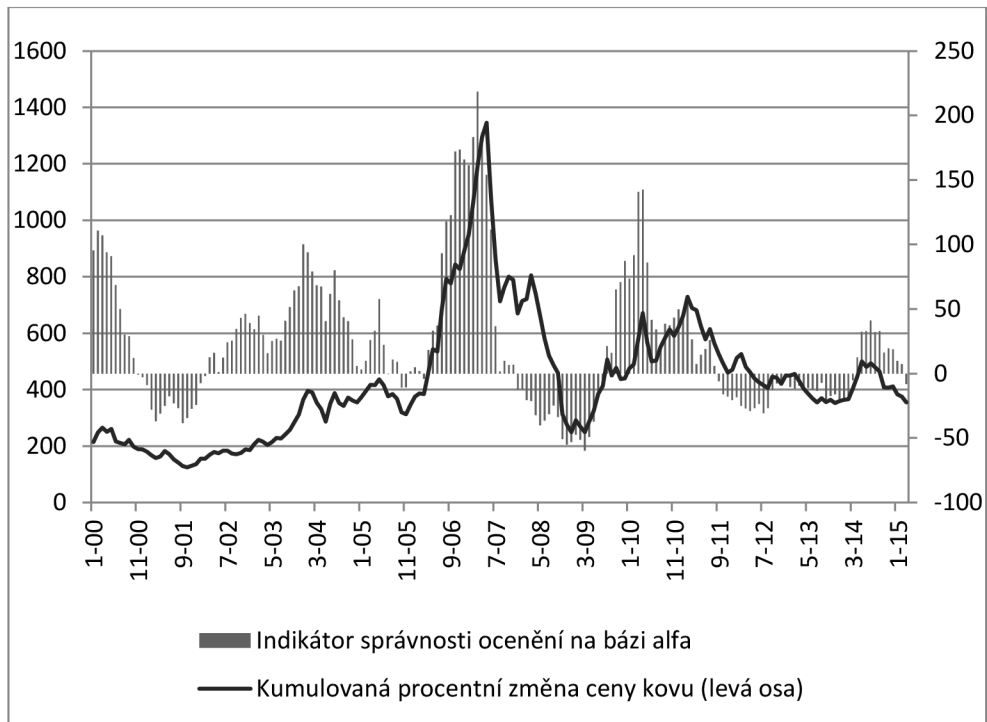
- Nikl**

Graf 64 Nikl - riziko vs. výnos.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

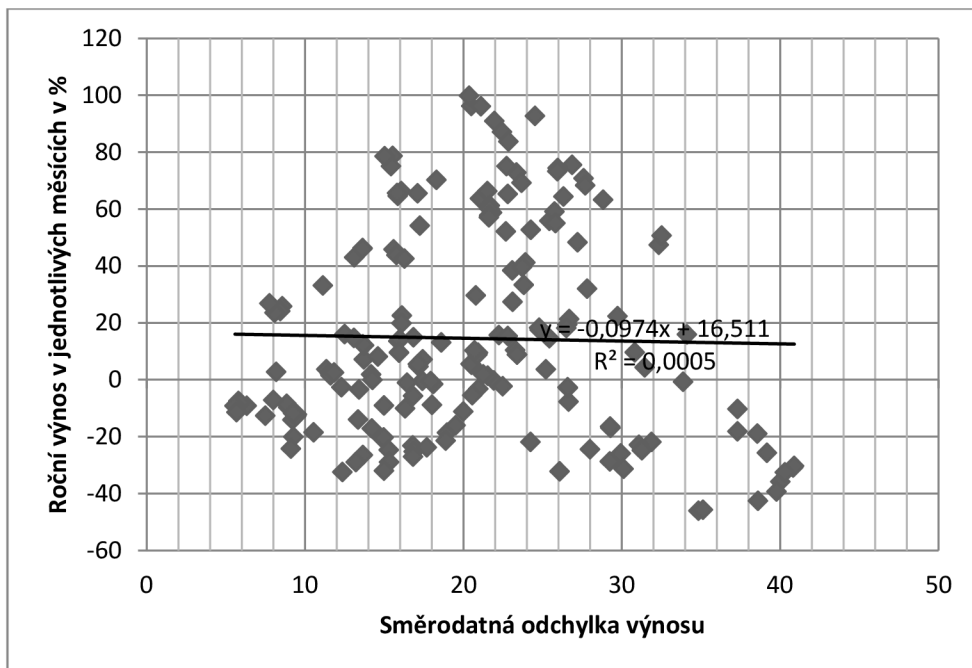
Graf 65 Nikl ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

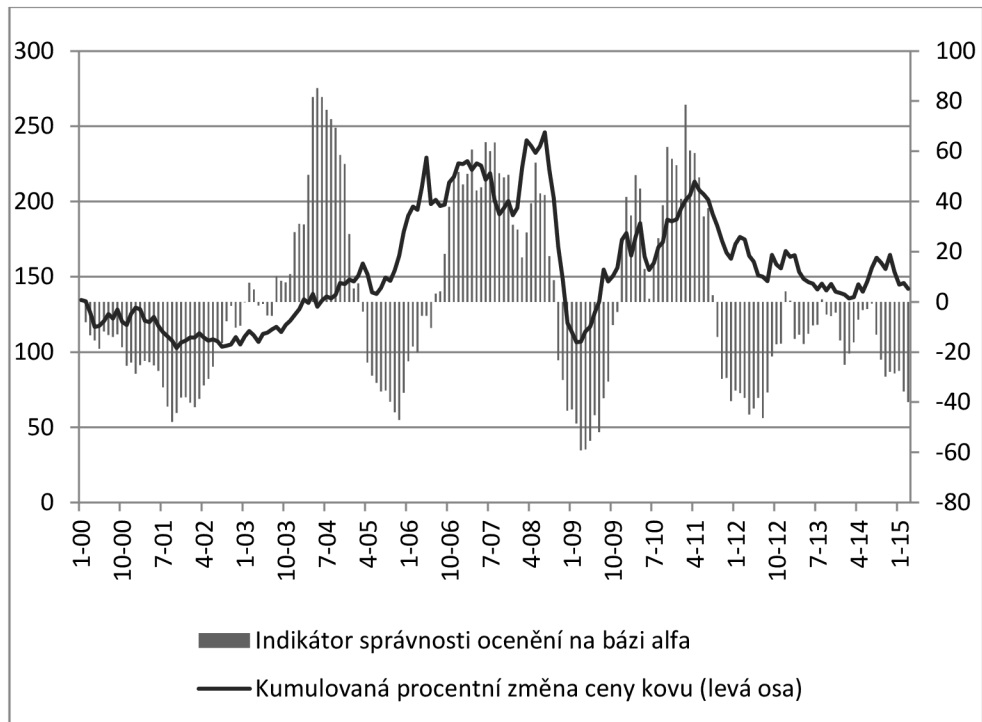
- **Cín**

Graf 66 Cín - riziko vs. výnos.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

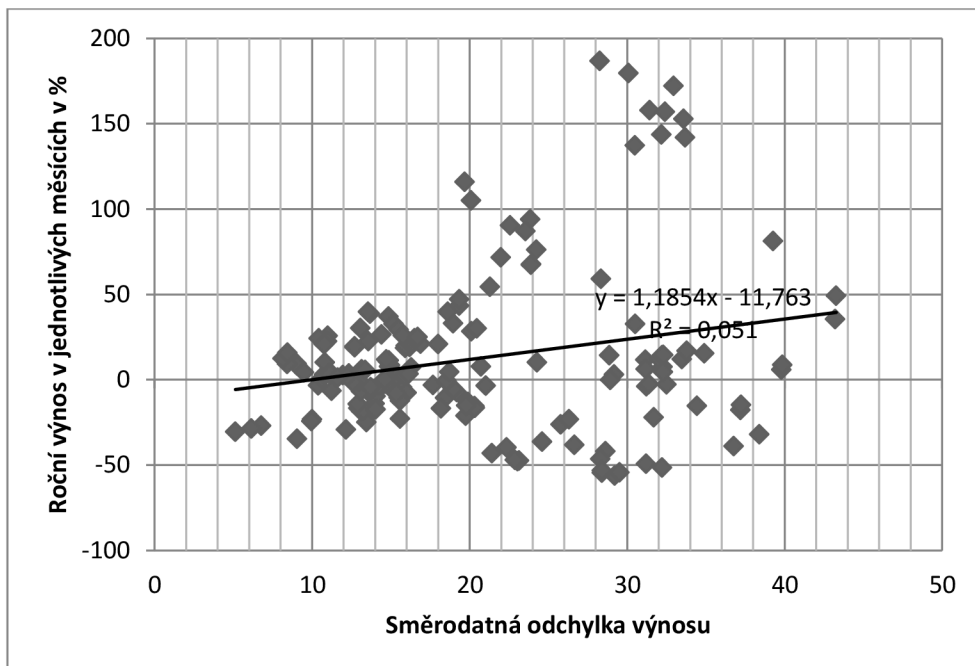
Graf 67 Cín ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

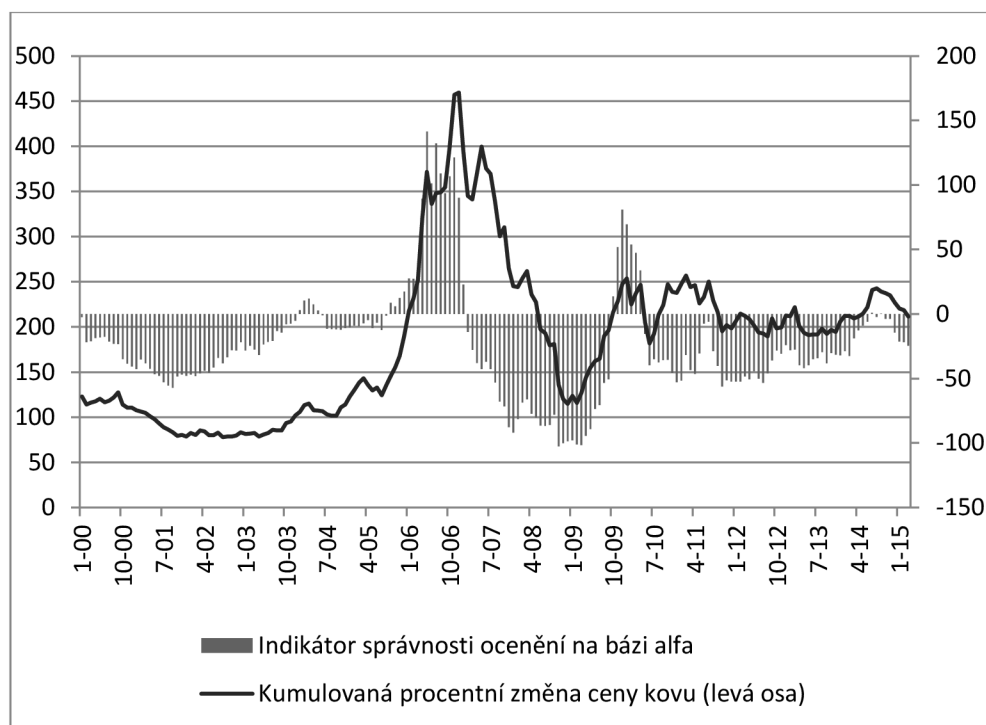
- Zinek**

Graf 68 Zinek - riziko vs. výnos.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Graf 69 Zinek ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Dle použitého indikátoru na bázi ex-post CAPM došlo u hliníku k výraznému nadhodnocení v roce 2006, po vzniku finanční krize v roce 2008 byly kurzy hliníku podhodnocené a v roce 2010 je opět zaznamenáno výrazné nadhodnocení tohoto kovu.

U mědi je možné sledovat výrazná nadhodnocení v letech 2004 a 2006, v roce 2009 byl kurz mědi podhodnocený a v období 10/2012 až 3/2015 byla cena mědi mírně nadhodnocená.

Ceny olova byly dle tohoto modelu v období 10/2006 až 4/2008 výrazně nadhodnocené, 5/2008 až 6/2010 podhodnocené a 11/2009 až 6/2010 nadhodnocené.

U niklu došlo k výraznému nadhodnocení už v roce 2004, pak stejně jako u všech předešlých kovů ve druhé polovině roku 2006 až do poloviny roku 2007, což potvrzuje skutečnost, že v tomto období došlo k celkovému „komoditnímu boomu“. Dále stejně jako u ostatních kovů je patrné na konci roku 2008 až do poloviny roku 2009 podhodnocení trhu.

Ceny cínu byly stejně jako ceny niklu výrazně nadhodnocené už v roce 2004, další nadhodnocení je zaznamenáno v obdobích 10/2006 až 5/2008, v roce 2010 a 2011. Naopak k podhodnocení došlo v obdobích 4/2005 až 3/2006 a v roce 2009.

U zinku byly ceny výrazněji nadhodnoceny v roce 2006 a podhodnoceny v letech 2007-2009.

## 7 Grafická syntéza výsledků a kompozitní indikátor správnosti ocenění mědi a cínu

Z doposud provedených analýz je patrné, že jednotlivé indikátory správnosti ocenění trhu nemají shodné oscilační pásmo a dosahují odlišných výsledků. Z toho důvodu nelze ve většině sledovaných období jednoznačně stanovit, jestli byl daný trh nadhodnocený nebo podhodnocený.

### 7.1 Grafická syntéza výsledků

V následující části práce je vytvořená grafická syntéza výsledků prezentovaných indikátorů správnosti ocenění, které byly vytvořeny na základě vztahu ceny daného průmyslového kovu k stocks-to-use ratio, zásobám evidovaných na LME burze, makroekonomickým determinantům a vzhledem k poměru rizika a výnosu. Takto zobrazené výsledky poskytnou komplexnější pohled na nadhodnocení/podhodnocení jednotlivých kurzů 3m futures kontraktů průmyslových kovů a pomohou identifikovat období, ve kterých případně žádný z použitých indikátorů nebyl schopný opodstatnit cenový výkyv v daném období. Komentáře k dílčím analýzám jsou uvedeny v předcházejících částech práce.

- **Hliník**

Tabulka 31 Hliník - grafická syntéza výsledků.

Období - čtvrtletí	Období - měsíce	Fundamentální faktory			Indikátor správnosti ocenění na základě modelu ex-post CAPM
		Indikátor správnosti ocenění na základě ukazatele SUR.	Indikátor správnosti ocenění na základě hodnot zásob na LME.	Indikátor správnosti ocenění na základě makroekonomických determinantů - reziduální hodnota metody BT	
2000	1-00	-57,50		79,116	32,179
	2-00			74,255	34,719
	3-00			-26,257	28,357
	4-00			-136,195	9,546
	5-00			-82,507	6,302
	6-00			-29,589	9,988
	7-00			-3,526	6,530
	8-00			15,205	1,990
	9-00			92,740	2,602
	10-00			-5,250	-2,393
	11-00			33,398	-4,026
	12-00			108,201	-3,308
2001	1-01	-8,78		106,975	-8,543
	2-01			18,996	-8,642



	3-01			26,493	-8,950
	4-01			14,106	-2,711
	5-01			103,907	-0,449
	6-01			32,158	-7,772
	7-01			-35,413	-14,645
	8-01			-53,496	-15,067
	9-01			-16,348	-21,735
	10-01			-22,848	-20,446
	11-01			44,775	-15,548
	12-01			52,770	-20,500
2002	1-02	6,21		41,812	-21,860
	2-02			72,244	-21,192
	3-02			88,458	-13,693
	4-02			-1,290	-15,206
	5-02			-57,465	-19,685
	6-02			-72,218	-14,900
	7-02			-38,849	-12,961
	8-02			-26,499	-13,546
	9-02			-19,789	-10,627
	10-02			-46,777	-5,749
	11-02			-7,589	-4,319
	12-02			-24,042	-9,705
2003	1-03	0,65		-21,622	-6,069
	2-03			-35,466	-2,748
	3-03			-43,759	-7,726
	4-03			-54,092	-9,118
	5-03			-11,748	-1,976
	6-03			-75,128	-1,953
	7-03			-58,718	1,230
	8-03			-32,309	6,321
	9-03			-59,240	2,602
	10-03			-63,134	6,486
	11-03			-145,186	3,709
	12-03			-99,845	11,846
2004	1-04	-6,95	547,569	24,968	9,631
	2-04		570,041	44,497	11,788
	3-04		350,005	16,817	12,384
	4-04		172,248	70,403	22,332
	5-04		-76,368	-21,861	9,717
	6-04		-214,885	11,196	12,705
	7-04		-315,762	44,426	12,728
	8-04		-487,073	36,880	10,012
	9-04		-594,242	68,973	15,243
	10-04		-564,084	129,945	17,088
	11-04		-499,273	-46,785	13,973
	12-04		-477,440	-32,027	12,595
2005	1-05	-1,24	-496,384	-115,054	7,852
	2-05		-549,406	25,592	5,137
	3-05		-592,292	57,740	13,272
	4-05		-641,076	14,577	3,446
	5-05		-670,452	-134,792	1,805
	6-05		-650,555	74,243	-2,524
	7-05		-636,011	86,007	-1,375
	8-05		-591,001	-251,716	4,813
	9-05		-583,847	-348,054	1,349
	10-05		-530,147	143,777	0,476
	11-05		-343,981	155,484	7,959
	12-05		-53,942	332,873	17,211

2006	1-06	10,64	133,020	22,301	25,487
	2-06		348,666	80,163	26,277
	3-06		462,884	10,031	18,406
	4-06		524,085	265,896	34,084
	5-06		702,375	214,430	58,396
	6-06		461,448	-129,285	40,643
	7-06		419,045	-90,370	38,554
	8-06		292,642	-132,245	29,611
	9-06		296,016	-159,450	32,067
	10-06		334,570	-20,847	35,455
	11-06		331,082	20,653	29,512
	12-06		355,559	108,812	22,513
2007	1-07	-6,31	358,840	79,047	15,255
	2-07		481,125	90,023	12,430
	3-07		528,036	86,186	10,861
	4-07		571,562	155,142	4,053
	5-07		550,547	134,282	-6,516
	6-07		422,198	43,309	1,390
	7-07		425,992	153,720	2,101
	8-07		233,996	2,085	-3,491
	9-07		237,532	-92,175	-8,479
	10-07		289,980	-104,959	-13,996
	11-07		251,702	-57,081	-13,369
	12-07		143,705	-110,100	-21,417
2008	1-08	81,41	165,917	-108,239	-18,858
	2-08		419,371	90,361	-5,310
	3-08		659,439	111,197	6,001
	4-08		684,565	52,457	2,351
	5-08		631,993	-7,103	1,134
	6-08		693,367	70,812	7,505
	7-08		804,806	255,618	9,479
	8-08		571,956	21,679	7,624
	9-08		560,638	49,864	3,636
	10-08		467,284	193,047	-13,124
	11-08		439,393	125,549	-25,171
	12-08		407,717	-142,759	-34,904
2009	1-09	52,25	829,302	-149,750	-39,873
	2-09		1100,168	56,975	-51,969
	3-09		1459,888	150,736	-56,653
	4-09		1909,526	-348,452	-52,064
	5-09		2368,013	-114,432	-49,368
	6-09		2949,560	-60,261	-45,682
	7-09		3340,223	-23,246	-44,307
	8-09		4269,313	-8,585	-26,656
	9-09		3702,346	-166,918	-24,175
	10-09		3594,817	-149,251	-9,427
	11-09		3595,743	-10,858	6,281
	12-09		4287,081	47,076	44,474
2010	1-10	44,91	4221,964	38,178	55,651
	2-10		3241,416	6,536	52,020
	3-10		3545,984	7,749	63,083
	4-10		3707,355	43,993	60,993
	5-10		2411,309	-35,118	39,653
	6-10		1759,027	-125,306	22,924
	7-10		1585,284	-68,405	19,288
	8-10		1830,968	-3,420	8,173
	9-10		1822,023	52,544	16,181
	10-10		2088,003	41,643	23,576

	11-10		1702,506	118,340	18,376
	12-10		1466,338	155,857	5,530
2011	1-11	31,83	1806,616	-1,855	6,903
	2-11		2101,134	-77,524	19,265
	3-11		2042,829	-134,431	12,194
	4-11		2094,692	12,501	11,341
	5-11		1674,888	-63,077	21,276
	6-11		1350,454	3,262	25,791
	7-11		686,136	-3,271	20,091
	8-11		401,643	-137,447	6,965
	9-11		88,143	116,302	0,567
	10-11		-490,413	18,641	-13,803
	11-11		-903,751	41,018	-17,244
	12-11		-779,553	30,710	-20,133
2012	1-12	-36,27	92,601	138,243	-17,802
	2-12		486,356	11,799	-17,830
	3-12		356,045	106,436	-20,313
	4-12		-235,560	73,178	-29,215
	5-12		-510,943	68,927	-28,907
	6-12		-1101,127	-20,580	-32,130
	7-12		-1218,190	-63,694	-31,231
	8-12		-1286,961	-130,590	-29,120
	9-12		-449,659	11,946	-14,275
	10-12		-606,221	-25,076	-12,915
	11-12		-612,808	-22,136	-10,309
	12-12		42,008	88,539	-0,259
2013	1-13	-81,15	-95,782	86,132	-8,755
	2-13		-92,664	104,085	-10,731
	3-13		-503,543	19,700	-15,845
	4-13		-672,898	-37,217	-13,046
	5-13		-687,097	-57,235	-12,276
	6-13		-489,983	-78,842	-7,752
	7-13		-409,892	-90,542	-9,735
	8-13		-172,122	-16,021	-5,260
	9-13		-446,049	-19,884	-20,300
	10-13		-224,623	23,868	-14,147
	11-13		-481,154	-93,506	-15,767
	12-13		-430,592	-76,384	-23,799
2014	1-14	-64,06	-477,271	-60,528	-22,421
	2-14		-685,055	-191,178	-24,752
	3-14		-631,629	-73,349	-18,895
	4-14		-164,435	-125,170	-9,494
	5-14		-466,286	-38,935	-11,251
	6-14		-359,001	-5,940	-5,342
	7-14		-179,039	90,261	4,076
	8-14		-78,279	53,280	6,035
	9-14		-413,300	81,927	7,216
	10-14		-873,912	10,220	1,120
	11-14		-724,816	32,563	11,661
	12-14		-1169,640	-158,018	5,161
2015	1-15	N/A	-1578,771	165,798	0,339
	2-15		-1631,964	-5,355	3,011
	3-15		-1753,968	14,048	-0,297

Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

- Měď

Tabulka 32 Měď - grafická syntéza výsledků.

Období - čtvrtletí	Období - měsíce	Fundamentální faktory			Indikátor správnosti ocenění na základě modelu ex-post CAPM
		Indikátor správnosti ocenění na základě ukazatele SUR.	Indikátor správnosti ocenění na základě hodnot zásob na LME.	Indikátor správnosti ocenění na základě makroekonomických determinantů - reziduální hodnota metody BT	
Q1-2000	1-00			9,116	14,271
	2-00			107,456	13,081
	3-00			-131,133	11,636
Q2-2000	4-00			-191,670	-0,041
	5-00			-43,020	3,626
	6-00			-97,735	8,676
Q3-2000	7-00			-77,293	-5,050
	8-00			10,401	-2,123
	9-00			76,895	-2,767
Q4-2000	10-00			105,025	-4,636
	11-00			-20,910	-10,801
	12-00			34,973	-9,846
Q1-2001	1-01			240,901	-17,777
	2-01			-36,283	-16,672
	3-01			170,858	-14,765
Q2-2001	4-01			103,330	-15,591
	5-01			316,509	-20,564
	6-01			-15,911	-23,011
Q3-2001	7-01			-31,012	-29,986
	8-01			-87,194	-35,863
	9-01			-187,719	-42,108
Q4-2001	10-01			524,747	-42,322
	11-01	206,311		283,327	-35,290
	12-01			123,463	-35,294
Q1-2002	1-02			-139,469	-30,670
	2-02	231,907		69,114	-26,312
	3-02			-48,931	-22,458
Q2-2002	4-02			-106,725	-19,212
	5-02	149,436		-118,034	-19,922
	6-02			-61,324	-12,359
Q3-2002	7-02			-90,274	-10,598
	8-02	63,286		7,477	-13,732
	9-02			-44,373	-11,102
Q4-2002	10-02			-80,051	-7,065
	11-02	62,496		-137,496	-3,936
	12-02			-183,045	-6,347
Q1-2003	1-03			-131,035	-5,208
	2-03	-1,193		507,965	-6,968
	3-03			-58,996	-11,403
Q2-2003	4-03			-137,016	-14,929
	5-03	-135,014		-30,165	-11,438
	6-03			-87,842	-12,374
Q3-2003	7-03			-165,892	-7,174
	8-03	-65,569		-118,021	4,130
	9-03			-122,698	6,171
Q4-2003	10-03			-119,603	14,631
	11-03	-26,017		-90,378	15,100

	12-03			-415,883	23,176
Q1-2004	1-04		-336,237	-313,746	32,375
	2-04	-148,845	-405,017	439,107	49,269
	3-04		-551,052	0,474	66,723
Q2-2004	4-04		-727,984	22,411	71,074
	5-04	-286,857	-764,875	37,422	51,297
	6-04		-781,657	-73,338	44,789
Q3-2004	7-04		-778,102	-25,657	49,712
	8-04	-198,659	-731,577	57,782	47,166
	9-04		-662,362	49,753	47,248
Q4-2004	10-04		-656,138	-131,486	42,316
	11-04	-155,583	-661,861	-29,806	37,395
	12-04		-648,536	80,666	28,352
Q1-2005	1-05		-624,239	590,968	16,219
	2-05	-183,116	-550,090	286,169	3,191
	3-05		-508,171	233,644	-2,460
Q2-2005	4-05		-451,608	118,983	0,321
	5-05	-219,316	-408,875	167,560	3,999
	6-05		-406,790	413,077	16,352
Q3-2005	7-05		-389,528	637,373	13,869
	8-05	-30,366	-272,443	924,581	18,624
	9-05		-153,587	1061,676	18,452
Q4-2005	10-05		-140,375	1253,306	19,970
	11-05	108,838	-98,759	1434,012	21,918
	12-05		-12,000	1906,510	30,725
Q1-2006	1-06		116,968	1911,259	34,559
	2-06	97,589	174,322	-1257,997	38,344
	3-06		298,411	-1833,740	36,211
Q2-2006	4-06		378,843	-946,373	73,758
	5-06	264,423	496,309	247,266	133,352
	6-06		351,046	-440,091	90,119
Q3-2006	7-06		327,443	114,879	99,252
	8-06	536,292	435,043	141,947	88,528
	9-06		470,790	220,296	82,968
Q4-2006	10-06		403,407	449,877	70,679
	11-06	573,383	541,318	137,669	50,629
	12-06		573,477	-118,206	31,864
Q1-2007	1-07		527,277	-856,113	5,897
	2-07	-53,539	560,910	-940,296	0,068
	3-07		542,779	-643,175	12,633
Q2-2007	4-07		564,155	548,721	7,698
	5-07	-83,763	323,302	445,723	-18,666
	6-07		126,298	215,323	-10,344
Q3-2007	7-07		34,478	686,313	-10,815
	8-07	59,491	72,875	339,071	-16,541
	9-07		164,742	542,371	-13,561
Q4-2007	10-07		231,496	492,028	-7,394
	11-07	51,617	284,369	-752,936	-14,992
	12-07		275,074	-717,987	-15,411
Q1-2008	1-08		274,469	-629,566	10,329
	2-08	-347,785	159,883	-297,502	24,780
	3-08		3,001	-139,402	16,567
Q2-2008	4-08		-78,331	37,052	-2,593
	5-08	-237,544	-76,934	-419,662	-5,279
	6-08		-83,188	-545,660	-3,895
Q3-2008	7-08		-50,066	350,368	-8,898
	8-08	71,895	38,827	-0,342	-12,785
	9-08		189,661	-307,728	-22,961

Q4-2008	10-08	277,818	-91,603	195,722	-52,500
	11-08		-86,930	-769,022	-60,519
	12-08		-110,868	-713,486	-67,184
Q1-2009	1-09	82,682	157,551	-562,190	-68,223
	2-09		509,345	-550,312	-71,896
	3-09		633,521	-875,294	-69,415
Q2-2009	4-09	63,236	722,650	-442,308	-62,958
	5-09		364,489	-793,359	-59,176
	6-09		175,225	-784,975	-52,926
Q3-2009	7-09	213,516	119,693	-932,154	-51,630
	8-09		416,633	-142,101	-32,763
	9-09		550,899	-204,614	-24,901
Q4-2009	10-09	685,982	703,309	-526,821	13,810
	11-09		1033,139	-142,581	65,411
	12-09		1429,426	180,239	112,755
Q1-2010	1-10	553,985	1826,898	292,114	114,818
	2-10		1653,579	197,134	92,207
	3-10		1740,250	191,149	84,605
Q2-2010	4-10	225,834	1627,146	397,086	61,248
	5-10		1043,024	-281,159	35,321
	6-10		723,002	-484,949	15,291
Q3-2010	7-10	103,346	551,850	-205,622	14,804
	8-10		549,530	15,824	3,667
	9-10		501,464	230,905	9,948
Q4-2010	10-10	303,748	512,581	192,148	17,428
	11-10		422,290	336,786	12,420
	12-10		512,436	1306,527	16,577
Q1-2011	1-11	488,338	726,414	1227,358	14,926
	2-11		889,608	957,057	29,573
	3-11		906,346	482,956	12,826
Q2-2011	4-11	439,644	954,120	550,178	8,050
	5-11		806,972	37,350	16,413
	6-11		806,761	85,927	24,827
Q3-2011	7-11	199,457	863,750	669,187	28,616
	8-11		548,562	397,174	8,954
	9-11		227,195	-119,578	-6,898
Q4-2011	10-11	143,275	-244,206	-320,379	-25,345
	11-11		-483,495	703,874	-25,006
	12-11		-624,519	195,930	-31,869
Q1-2012	1-12	-185,885	-644,418	491,504	-30,413
	2-12		-771,207	51,315	-28,994
	3-12		-1006,184	481,926	-25,412
Q2-2012	4-12	-92,903	-1047,658	202,337	-27,221
	5-12		-1253,898	463,660	-25,764
	6-12		-1160,234	261,521	-32,666
Q3-2012	7-12	-39,935	-1047,714	279,906	-35,987
	8-12		-1114,492	278,565	-31,100
	9-12		-1104,082	326,395	-17,141
Q4-2012	10-12	138,305	-1030,919	140,386	-5,671
	11-12		-896,524	232,232	-12,964
	12-12		-599,642	96,978	-9,373
Q1-2013	1-13	484,853	-213,330	161,168	-14,625
	2-13		213,450	577,030	-19,249
	3-13		786,106	337,345	-24,459
Q2-2013	4-13	12,210	1034,507	-88,635	-27,426
	5-13		1122,827	-67,465	-23,584
	6-13		1100,848	-263,507	-20,436
Q3-2013	7-13	-105,718	1064,483	-240,423	-23,683

	8-13		925,428	61,187	-19,016
	9-13		848,966	-3,813	-26,291
Q4-2013	10-13	-303,194	475,885	-7,098	-25,463
	11-13		156,224	-39,751	-23,132
	12-13		-120,551	85,359	-24,273
	1-14		-393,817	255,883	-24,231
Q1-2014	2-14	-210,297	-633,111	155,306	-26,149
	3-14		-859,311	-301,084	-27,831
	4-14		-930,716	-282,944	-22,590
Q2-2014	5-14	-338,275	-1144,636	-41,928	-19,760
	6-14		-1294,809	-152,710	-17,391
	7-14		-1269,290	167,050	-11,815
Q3-2014	8-14	-313,998	-1312,321	-12,706	-17,486
	9-14		-1254,679	-106,864	-18,835
	10-14		-1243,826	-278,861	-21,286
Q4-2014	11-14	-334,636	-1195,210	-183,910	-19,887
	12-14		-1163,260	-404,198	-25,471
	1-15		-1027,831	-690,025	-34,774
Q1-2015	2-15	-8,108	-669,063	-808,229	-34,599
	3-15		-390,379	-629,466	-25,429

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- **Olovo**

Tabulka 33 Olovo - grafická syntéza výsledků.

Období - čtvrtletí	Období - měsíce	Fundamentální faktory			Indikátor správnosti ocenění na základě modelu ex-post CAPM
		Indikátor správnosti ocenění na základě ukazatele SUR.	Indikátor správnosti ocenění na základě hodnot zásob na LME.	Indikátor správnosti ocenění na základě makroekonomických determinantů - reziduální hodnota metody BT	
2000	1-00	3,11		-184,314	-7,038
	2-00			29,032	-15,085
	3-00			-9,155	-16,213
	4-00			-15,746	-22,085
	5-00			-24,691	-27,830
	6-00			-17,237	-20,089
	7-00			-4,076	-11,865
	8-00			17,086	-8,628
	9-00			31,000	-6,495
	10-00			52,234	-4,777
	11-00			53,385	-4,725
	12-00			41,709	-6,062
2001	1-01	-8,12		-7,811	-1,133
	2-01			23,428	8,470
	3-01			60,285	10,347
	4-01			39,514	10,734
	5-01			28,781	10,603
	6-01			6,320	3,668
	7-01			-36,459	-0,713
	8-01			3,948	-0,723
	9-01			26,892	-7,315
	10-01			-161,258	-6,423
	11-01			-44,962	1,242
	12-01			45,278	1,807
2002	1-02	-5,84		-40,875	4,951
	2-02			-39,215	-6,401
	3-02			13,745	-5,709
	4-02			-35,482	-3,334
	5-02			-37,303	-5,244
	6-02			-68,192	-3,231
	7-02			12,960	-5,882
	8-02			-2,375	-15,021
	9-02			-4,545	-12,130
	10-02			-82,080	-13,469
	11-02			-27,407	-11,589
	12-02			-59,322	-10,682
2003	1-03	-1,08		-55,922	-16,620
	2-03			-96,170	-3,747
	3-03			-81,412	-7,538
	4-03			-29,627	-9,851
	5-03			11,796	0,425
	6-03			-94,291	4,093
	7-03			-92,706	14,219
	8-03			-131,159	15,922
	9-03		-106,103	22,408	



	10-03			-241,189	40,213
	11-03			-205,376	40,519
	12-03			-141,971	56,312
2004	1-04	-25,70	-6,945	41,628	70,961
	2-04		-11,084	88,323	88,418
	3-04		-17,022	80,254	95,293
	4-04		-25,616	-109,145	76,033
	5-04		-28,609	-84,564	78,264
	6-04		-35,033	-57,707	89,601
	7-04		-39,397	50,497	86,069
	8-04		-39,862	-24,158	89,005
	9-04		-34,573	26,874	82,920
	10-04		-25,359	176,036	62,015
	11-04		-25,938	206,731	58,690
	12-04		-27,941	175,594	43,678
2005	1-05	-6,06	-29,981	1,928	28,315
	2-05		-30,622	-34,174	10,586
	3-05		-28,522	303,109	13,826
	4-05		-27,944	137,426	28,128
	5-05		-24,691	180,642	19,068
	6-05		-21,875	80,697	9,540
	7-05		-7,691	-67,169	-10,806
	8-05		-2,572	13,007	-5,307
	9-05		-10,337	-48,182	-1,468
	10-05		-9,343	-34,349	7,122
	11-05		-3,786	48,778	4,530
	12-05		-3,399	85,469	15,551
2006	1-06	18,25	13,853	220,498	32,817
	2-06		34,661	257,321	31,653
	3-06		45,756	235,198	20,416
	4-06		54,570	161,946	20,414
	5-06		62,855	-758,207	19,791
	6-06		51,254	58,572	1,945
	7-06		50,499	242,733	26,345
	8-06		35,649	-840,667	36,138
	9-06		26,334	473,975	48,453
	10-06		7,688	517,567	57,549
	11-06		7,375	-589,678	64,649
	12-06		2,660	-430,203	58,426
2007	1-07	1,81	-0,520	-316,294	37,395
	2-07		-6,707	-234,469	44,212
	3-07		-8,563	-175,066	64,802
	4-07		2,961	-145,243	74,916
	5-07		18,939	22,607	83,828
	6-07		26,987	111,308	150,987
	7-07		39,885	958,007	195,395
	8-07		7,089	239,221	168,590
	9-07		-9,822	391,765	143,171
	10-07		16,890	395,156	145,875
	11-07		39,593	-26,292	109,946
	12-07		15,736	-512,652	59,546
2008	1-08	4,94	23,850	-361,016	65,420
	2-08		36,331	-11,931	82,729
	3-08		30,625	-70,719	67,066
	4-08		35,426	-132,979	51,430
	5-08		26,442	46,777	18,966
	6-08		41,778	-262,162	-10,346
	7-08		59,530	-173,578	-27,475

	8-08		46,609	-211,340	-28,967
	9-08		17,673	-108,398	-32,943
	10-08		-21,116	-932,996	-51,908
	11-08		-45,192	313,398	-52,798
	12-08		-55,973	49,345	-53,947
2009	1-09	1,06	-45,438	171,896	-45,242
	2-09		-38,685	119,547	-55,608
	3-09		-28,371	313,149	-48,515
	4-09		-18,140	355,167	-39,449
	5-09		-3,525	-316,575	-24,980
	6-09		23,162	-133,578	0,767
	7-09		38,284	-101,685	-2,888
	8-09		84,302	-254,414	10,272
	9-09		121,948	-14,905	30,231
	10-09		127,786	95,123	61,161
	11-09		135,656	101,360	87,108
	12-09		148,943	157,491	143,943
2010	1-10	16,07	163,601	256,824	110,535
	2-10		139,901	133,319	95,963
	3-10		160,338	68,636	78,015
	4-10		177,975	93,934	66,075
	5-10		128,724	-325,512	35,949
	6-10		101,622	-261,642	6,410
	7-10		108,595	-111,649	14,387
	8-10		144,389	99,027	14,136
	9-10		154,379	-12,457	2,567
	10-10		185,911	80,488	10,169
	11-10		181,082	204,255	6,883
	12-10		173,267	125,473	7,569
2011	1-11	28,90	245,900	343,971	14,111
	2-11		333,231	247,033	25,113
	3-11		306,466	159,968	24,118
	4-11		302,112	405,502	22,543
	5-11		266,469	99,168	30,603
	6-11		287,194	150,772	48,383
	7-11		282,962	340,886	46,027
	8-11		197,549	118,497	16,150
	9-11		199,154	3,547	5,488
	10-11		163,512	-198,083	-15,917
	11-11		150,435	-139,607	-14,325
	12-11		120,736	-47,414	-14,424
2012	1-12	5,14	112,378	-59,892	-18,182
	2-12		150,760	-46,450	-16,688
	3-12		103,279	-27,962	-20,381
	4-12		90,051	-100,565	-22,237
	5-12		41,519	-65,203	-16,679
	6-12		-16,563	-114,371	-26,117
	7-12		-30,292	-139,413	-29,984
	8-12		-66,540	-156,547	-21,528
	9-12		-57,379	17,665	-3,332
	10-12		-72,376	47,106	8,670
	11-12		8,197	90,960	8,825
	12-12		39,633	221,583	12,274
2013	1-13	-12,43	-29,871	203,596	10,820
	2-13		-47,135	214,297	11,017
	3-13		-99,928	211,209	5,695
	4-13		-151,353	1,029	-1,437
	5-13		-174,935	-0,181	1,591

	<b>6-13</b>		-214,332	-19,800	13,153
	<b>7-13</b>		-216,112	7,343	8,872
	<b>8-13</b>		-191,097	68,190	14,694
	<b>9-13</b>		-155,176	-49,271	-5,986
	<b>10-13</b>		-112,176	9,214	-2,962
	<b>11-13</b>		-109,624	-14,239	-5,996
	<b>12-13</b>		-112,716	-38,331	-8,267
<b>2014</b>	<b>1-14</b>	<b>-11,87</b>	-119,778	-44,570	-10,265
	<b>2-14</b>		-128,003	2,444	-13,051
	<b>3-14</b>		-126,965	-47,322	-8,385
	<b>4-14</b>		-116,087	-59,626	-0,814
	<b>5-14</b>		-114,747	7,607	-0,593
	<b>6-14</b>		-105,203	-67,994	-3,615
	<b>7-14</b>		-53,849	14,416	3,279
	<b>8-14</b>		-36,103	19,118	-1,655
	<b>9-14</b>		-35,839	-67,982	-2,684
	<b>10-14</b>		-44,080	-168,670	-7,788
	<b>11-14</b>		-50,016	-424,787	-6,813
	<b>12-14</b>		-48,237	397,454	-13,078
<b>2015</b>	<b>1-15</b>	<b>N/A</b>	-57,816	131,059	-17,509
	<b>2-15</b>		-58,136	171,846	-18,296
	<b>3-15</b>		-38,583	120,821	-16,191

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- Nikl

Tabulka 34 Nikl - grafická syntéza výsledků.

Období - čtvrtletí	Období - měsíce	Fundamentální faktory			Indikátor správnosti ocenění na základě modelu ex-post CAPM
		Indikátor správnosti ocenění na základě ukazatele SUR.	Indikátor správnosti ocenění na základě hodnot zásob na LME.	Indikátor správnosti ocenění na základě makroekonomických determinantů - reziduální hodnota metody BT	
2000	1-00	-241,70		-2882,022	95,450
	2-00			93,429	110,668
	3-00			166,643	107,104
	4-00			1141,691	93,825
	5-00			1544,431	90,830
	6-00			409,675	68,569
	7-00			-1173,028	49,997
	8-00			194,010	30,291
	9-00			-63,298	28,924
	10-00			-696,131	12,002
	11-00			-159,492	-0,886
	12-00			-308,231	-2,760
2001	1-01	-75,88		-342,694	-9,066
	2-01			-1700,265	-28,155
	3-01			-439,141	-36,964
	4-01			-242,791	-31,127
	5-01			488,169	-25,076
	6-01			68,529	-17,661
	7-01			-1102,134	-23,211
	8-01			-643,445	-26,804
	9-01			-1422,352	-38,524
	10-01			-1338,915	-34,410
	11-01			-507,989	-27,342
	12-01			-751,749	-24,232
2002	1-02	36,66		-1294,103	-7,543
	2-02			-488,292	-1,813
	3-02			-726,413	12,579
	4-02			-1507,720	16,110
	5-02			-502,553	1,067
	6-02			-1018,992	12,385
	7-02			690,872	24,241
	8-02			106,572	25,438
	9-02			-313,581	34,714
	10-02			623,061	43,124
	11-02			336,075	46,294
	12-02			-286,669	39,165
2003	1-03	-59,63		546,191	34,537
	2-03			759,709	44,887
	3-03			1189,812	30,003
	4-03			500,917	15,883
	5-03			-598,498	25,353
	6-03			483,747	26,904
	7-03			-137,406	25,482
	8-03			208,266	40,888
	9-03			698,922	51,646
	10-03			667,759	64,475
	11-03			-288,613	67,557

	12-03			745,247	100,214
2004	1-04	155,20		1252,452	94,010
	2-04			-543,614	79,073
	3-04			-1257,655	68,449
	4-04			-1149,152	67,318
	5-04			834,869	40,585
	6-04			1158,407	61,737
	7-04			2062,285	80,083
	8-04			143,860	56,623
	9-04			599,860	43,684
	10-04			-21,296	40,725
	11-04			1563,347	26,389
	12-04			-2748,224	5,889
2005	1-05	32,35		-2093,682	3,064
	2-05			-2117,252	9,957
	3-05			-6181,687	26,045
	4-05			-164,626	33,195
	5-05			2576,153	57,845
	6-05			357,107	22,146
	7-05			-3160,317	-0,130
	8-05			-2011,678	10,743
	9-05			-3827,720	9,244
	10-05			-2883,790	-10,933
	11-05			-3309,015	-10,782
	12-05			-2744,463	1,727
2006	1-06	-529,71		-2816,444	4,906
	2-06			-2710,958	1,926
	3-06			-3373,457	-3,943
	4-06			-1411,470	18,402
	5-06			-3750,743	33,296
	6-06			-5842,628	37,037
	7-06			240,326	93,179
	8-06			611,932	117,657
	9-06			-3762,078	122,720
	10-06			2093,150	172,082
	11-06			-1567,358	173,397
	12-06			-1886,018	165,741
2007	1-07	1536,62		733,086	161,249
	2-07			4189,005	183,128
	3-07			9433,983	218,479
	4-07			3589,808	186,888
	5-07			9684,902	153,901
	6-07			5522,150	111,649
	7-07			-198,370	36,627
	8-07			-3516,178	1,568
	9-07			-3112,778	9,855
	10-07			1272,888	6,560
	11-07			2371,074	6,908
	12-07			-1776,847	-12,495
2008	1-08	358,35		-2319,221	-12,456
	2-08			-119,715	-20,750
	3-08			-956,304	-21,346
	4-08			-4622,494	-32,159
	5-08		607,496	-2695,546	-40,240
	6-08		369,275	-4679,480	-36,530
	7-08		207,041	-8332,970	-31,568
	8-08		133,579	-10945,620	-24,737
	9-08		157,724	-11414,216	-33,647

	10-08		-68,775	-10363,233	-50,916
	11-08		-111,220	1136,718	-55,128
	12-08		-87,614	242,461	-53,135
2009	1-09	-559,90	92,655	1336,924	-47,473
	2-09		93,316	302,343	-51,385
	3-09		107,720	-1237,569	-59,750
	4-09		270,624	232,071	-49,067
	5-09		417,738	-1191,927	-37,146
	6-09		564,800	513,890	-18,093
	7-09		611,466	1035,494	-5,202
	8-09		906,065	3281,626	21,181
	9-09		785,659	944,067	15,994
	10-09		933,073	1633,845	65,266
	11-09		857,820	-785,631	70,920
	12-09		1061,079	-2447,167	87,341
2010	1-10	568,49	1417,546	-2427,953	73,535
	2-10		1497,790	2703,867	91,795
	3-10		1824,484	858,012	140,850
	4-10		2065,819	2701,968	142,398
	5-10		1259,060	1674,258	85,947
	6-10		687,469	-539,786	41,641
	7-10		431,406	-1403,481	34,073
	8-10		537,930	262,698	18,911
	9-10		650,762	1151,309	38,548
	10-10		801,617	667,277	37,440
	11-10		722,132	522,809	43,255
	12-10		820,777	3132,780	49,682
2011	1-11	-68,50	967,841	4920,832	47,405
	2-11		1053,973	-2862,659	57,482
	3-11		671,525	4616,893	26,382
	4-11		381,223	4606,755	7,364
	5-11		-35,623	1915,572	14,521
	6-11		-322,606	2328,362	19,129
	7-11		-394,401	3976,671	25,884
	8-11		-573,589	-2771,416	5,878
	9-11		-804,312	2926,328	-6,064
	10-11		-1057,426	-4850,928	-16,182
	11-11		-1194,054	3151,033	-17,994
	12-11		-1080,870	3762,897	-20,579
2012	1-12	-459,36	-879,910	4529,528	-18,502
	2-12		-716,208	3048,901	-25,009
	3-12		-786,941	1611,728	-27,054
	4-12		-1156,616	-223,188	-29,006
	5-12		-651,784	1588,511	-26,776
	6-12		-660,849	1928,805	-23,651
	7-12		-608,644	268,612	-30,791
	8-12		-529,524	-229,404	-26,783
	9-12		-286,163	668,835	-12,602
	10-12		-183,436	1058,584	-7,615
	11-12		-157,827	-101,078	-6,536
	12-12		79,570	813,183	-1,901
2013	1-13	546,35	237,619	-251,609	-10,412
	2-13		401,058	1255,147	-11,780
	3-13		433,891	-2881,903	-9,375
	4-13		431,071	-1471,078	-11,370
	5-13		460,183	-2180,577	-11,178
	6-13		420,265	-422,974	-12,367
	7-13		464,945	-1584,899	-13,343

	8-13		682,742	-2209,151	-7,336
	9-13		700,479	-1775,728	-20,084
	10-13		859,372	-938,709	-17,464
	11-13		901,686	-4415,696	-16,059
	12-13		991,911	-2459,627	-21,020
2014	1-14	1128,06	1035,356	-321,760	-20,017
	2-14		1062,347	184,594	-20,482
	3-14		1415,906	1876,759	-5,283
	4-14		1761,424	-6797,561	12,689
	5-14		2101,550	2108,125	32,321
	6-14		2007,010	956,838	32,910
	7-14		2229,369	674,726	41,032
	8-14		2173,267	999,191	32,236
	9-14		2127,704	1491,384	32,904
	10-14		1799,486	-3,922	16,246
	11-14		1917,314	2031,218	19,598
	12-14		2075,616	-917,717	18,716
2015	1-15	N/A	1727,341	4087,156	9,961
	2-15		1585,262	-5612,837	7,315
	3-15		1250,523	-1937,215	-8,301

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- Cín

Tabulka 35 Cín - grafická syntéza výsledků.

Období - čtvrtletí	Období - měsíce	Fundamentální faktory			Indikátor správnosti ocenění na základě modelu ex-post CAPM
		Indikátor správnosti ocenění na základě ukazatele SUR.	Indikátor správnosti ocenění na základě hodnot zásob na LME.	Indikátor správnosti ocenění na základě makroekonomických determinantů - reziduální hodnota metody BT	
Q1-2000	1-00			559,757	0,717
	2-00			361,255	-8,083
	3-00			-604,410	-13,307
Q2-2000	4-00			-602,271	-15,280
	5-00			-271,020	-18,709
	6-00			69,045	-11,779
Q3-2000	7-00			-151,198	-13,207
	8-00			-21,864	-13,953
	9-00			-242,913	-12,889
Q4-2000	10-00			9,359	-18,045
	11-00			3,905	-25,438
	12-00			45,487	-24,170
Q1-2001	1-01			1221,847	-28,554
	2-01			992,669	-25,116
	3-01			651,307	-23,484
Q2-2001	4-01			554,249	-24,018
	5-01			546,718	-25,254
	6-01			426,567	-27,475
Q3-2001	7-01			2,379	-34,062
	8-01			-437,394	-41,743
	9-01			-573,601	-47,817
Q4-2001	10-01			266,187	-44,218
	11-01	114,011		1319,934	-38,172
	12-01			833,035	-38,092
Q1-2002	1-02			390,401	-40,175
	2-02	-212,760		-170,058	-42,028
	3-02			-91,735	-38,636
Q2-2002	4-02			-354,620	-33,363
	5-02	394,573		-242,862	-30,689
	6-02			-256,520	-25,792
Q3-2002	7-02			327,221	-15,264
	8-02	478,225		-302,590	-16,330
	9-02			-283,099	-7,696
Q4-2002	10-02			-3,189	-1,613
	11-02	-266,826		-197,330	-10,181
	12-02			-195,490	-9,408
Q1-2003	1-03			8,580	-0,011
	2-03	-539,411		672,276	7,575
	3-03			165,770	4,880
Q2-2003	4-03			133,170	-1,487
	5-03	4,744		224,196	-0,808
	6-03			182,386	-5,422
Q3-2003	7-03			226,416	-5,536
	8-03	-163,783		-101,607	10,107
	9-03			125,287	8,425
Q4-2003	10-03	-338,326		-154,963	7,741
	11-03			-956,913	11,026



	12-03			-1394,664	27,744
Q1-2004	1-04		-20,191	-846,899	31,019
	2-04	-629,441	-20,620	-1346,794	30,807
	3-04		-28,876	438,831	50,641
	4-04		-53,639	324,439	81,638
Q2-2004	5-04	-620,990	-68,409	643,952	85,178
	6-04		-58,091	178,697	81,611
	7-04		-47,937	133,917	76,464
Q3-2004	8-04	305,806	-49,972	690,012	72,755
	9-04		-35,252	600,116	69,353
	10-04		-38,679	1366,573	58,491
Q4-2004	11-04	560,302	-24,318	759,342	54,935
	12-04		-23,207	304,022	27,027
	1-05		-23,239	-102,120	5,364
Q1-2005	2-05	-214,922	-32,962	-401,542	7,310
	3-05		-34,445	767,453	-3,906
	4-05		-27,245	1099,664	-24,116
Q2-2005	5-05	369,825	-31,673	1243,894	-29,317
	6-05		-33,530	823,731	-32,354
	7-05		-30,418	-2179,396	-35,790
Q3-2005	8-05	-55,626	-19,895	287,324	-35,370
	9-05		-5,320	-582,911	-39,807
	10-05		-0,093	-305,771	-44,011
Q4-2005	11-05	-125,921	11,553	-991,589	-47,137
	12-05		33,809	-3848,671	-36,185
	1-06		54,045	-686,247	-23,602
Q1-2006	2-06	-217,325	53,611	350,845	-17,715
	3-06		56,352	202,913	-20,071
	4-06		57,196	1033,116	-5,522
Q2-2006	5-06	641,272	48,589	910,584	-5,464
	6-06		28,316	1696,285	-10,413
	7-06		25,414	507,864	3,333
Q3-2006	8-06	-16,693	20,807	-55,414	4,172
	9-06		27,843	1846,094	19,058
	10-06		37,882	-1268,321	37,784
Q4-2006	11-06	463,810	41,347	406,778	49,162
	12-06		56,690	2924,186	51,799
	1-07		49,263	1647,688	46,730
Q1-2007	2-07	280,363	39,277	2394,396	50,966
	3-07		37,421	-1806,223	60,687
	4-07		26,261	-2176,554	44,350
Q2-2007	5-07	1396,574	15,930	-1820,736	45,601
	6-07		47,995	-1302,720	63,563
	7-07		66,492	-523,182	60,058
Q3-2007	8-07	1689,318	91,889	428,617	63,432
	9-07		69,604	692,876	51,253
	10-07		69,308	380,452	49,561
Q4-2007	11-07	1356,819	69,285	-146,594	50,639
	12-07		52,762	964,001	30,752
	1-08		36,885	-525,718	28,819
Q1-2008	2-08	964,417	30,848	-2278,153	17,642
	3-08		27,681	-686,562	27,623
	4-08		16,831	1356,216	39,293
Q2-2008	5-08	1236,224	16,296	1633,587	55,445
	6-08		-5,267	-487,783	43,254
	7-08		-24,225	2665,301	42,603
Q3-2008	8-08	1721,851	-44,156	-1345,591	18,175
	9-08		-50,386	-180,052	8,659

Q4-2008	10-08	-175,496	-77,006	-1498,179	-23,263
	11-08		-92,233	-1302,386	-31,138
	12-08		-75,612	-850,671	-43,420
Q1-2009	1-09	-693,440	-49,641	-425,342	-42,915
	2-09		-46,771	126,854	-48,467
	3-09		-38,951	-1912,631	-59,207
Q2-2009	4-09	202,629	-11,398	-352,372	-58,866
	5-09		23,830	-1232,386	-55,425
	6-09		67,674	273,308	-45,169
Q3-2009	7-09	1435,099	70,633	-290,230	-51,965
	8-09		92,135	-198,235	-38,443
	9-09		124,235	-677,589	-31,807
Q4-2009	10-09	1323,247	170,144	-1129,717	-9,230
	11-09		174,847	-577,383	-3,988
	12-09		182,601	431,771	24,057
Q1-2010	1-10	1112,181	229,085	861,128	41,732
	2-10		180,629	-1793,779	34,355
	3-10		166,886	-1324,485	50,437
Q2-2010	4-10	383,236	167,256	195,663	45,095
	5-10		105,340	-1416,831	13,092
	6-10		86,115	-1916,655	1,232
Q3-2010	7-10	391,149	34,676	-674,327	15,094
	8-10		33,466	-307,661	25,378
	9-10		39,500	1630,075	38,527
Q4-2010	10-10	766,822	44,620	1831,885	61,622
	11-10		53,479	2813,929	56,962
	12-10		84,965	4111,838	54,473
Q1-2011	1-11	1812,597	121,086	1378,620	41,047
	2-11		181,014	1877,388	78,560
	3-11		154,330	1541,061	60,333
Q2-2011	4-11	1808,521	195,526	2564,903	59,235
	5-11		179,508	479,235	49,547
	6-11		116,338	-2063,755	33,985
Q3-2011	7-11	1823,222	120,716	-27,519	37,269
	8-11		83,688	-2204,233	2,655
	9-11		26,735	-3604,590	-13,980
Q4-2011	10-11	-22,859	-40,982	512,838	-30,640
	11-11		-119,069	1887,507	-30,224
	12-11		-165,647	-726,209	-39,539
Q1-2012	1-12	-398,226	-164,582	429,810	-35,347
	2-12		-151,333	-947,302	-36,424
	3-12		-114,672	-92,959	-38,325
Q2-2012	4-12	-2325,974	-91,830	70,144	-44,978
	5-12		-94,390	-548,033	-42,504
	6-12		-130,230	-646,674	-38,268
Q3-2012	7-12	-2530,093	-134,912	-1554,252	-46,279
	8-12		-138,854	-1197,261	-36,066
	9-12		-116,108	-471,247	-21,707
Q4-2012	10-12	-1350,142	-108,366	-586,149	-16,822
	11-12		-112,401	-724,834	-16,638
	12-12		-84,472	650,659	4,166
Q1-2013	1-13	-603,853	-48,284	1326,988	0,462
	2-13		-37,362	2286,650	-14,711
	3-13		-32,597	1507,206	-13,059
Q2-2013	4-13	-929,863	-31,701	-259,971	-16,744
	5-13		-37,347	-922,177	-12,624
	6-13		-27,332	425,286	-9,341
Q3-2013	7-13	-1099,863	-24,965	-1841,041	-9,030

	8-13		4,146	-244,051	1,009
	9-13		21,720	1119,322	-5,017
Q4-2013	10-13	581,735	11,691	1086,333	-5,678
	11-13		-10,620	332,458	-4,287
	12-13		-31,375	917,494	-15,281
Q1-2014	1-14	-1166,518	-52,418	967,120	-25,031
	2-14		-58,689	1807,570	-20,615
	3-14		-46,096	1599,735	-16,076
Q2-2014	4-14	1067,478	-38,816	1103,762	-7,042
	5-14		-26,708	988,803	-3,161
	6-14		-14,805	-320,710	-2,870
Q3-2014	7-14	434,522	-4,808	-347,463	-0,616
	8-14		9,366	-46,687	-13,003
	9-14		-35,141	-746,439	-22,964
Q4-2014	10-14	1,226	-65,267	-669,974	-29,772
	11-14		-37,049	-1420,948	-27,823
	12-14		-24,469	-143,334	-28,472
Q1-2015	1-15	-414,172	-20,414	-17,201	-27,436
	2-15		-34,718	-956,269	-35,706
	3-15		-53,081	-792,836	-39,956

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

- Zinek

Tabulka 36 Zinek - grafická syntéza výsledků.

Období - čtvrtletí	Období - měsíce	Fundamentální faktory			Indikátor správnosti ocenění na základě modelu ex-post CAPM
		Indikátor správnosti ocenění na základě ukazatele SUR.	Indikátor správnosti ocenění na základě hodnot zásob na LME.	Indikátor správnosti ocenění na základě makroekonomických determinantů - reziduální hodnota metody BT	
2000	1-00	-19,84		-82,092	-2,473
	2-00			-47,277	-21,792
	3-00			-136,844	-21,086
	4-00			-27,959	-18,659
	5-00			-7,163	-18,170
	6-00			-45,272	-17,461
	7-00			-78,831	-21,363
	8-00			-44,362	-22,921
	9-00			38,029	-23,351
	10-00			-65,437	-34,986
	11-00			-73,423	-38,426
	12-00			-58,125	-40,618
2001	1-01	-0,73		65,060	-42,601
	2-01			-87,543	-35,242
	3-01			143,241	-38,214
	4-01			86,614	-42,351
	5-01			116,902	-46,638
	6-01			44,328	-47,930
	7-01			-28,113	-52,671
	8-01			-19,793	-55,383
	9-01			37,741	-57,259
	10-01			142,070	-48,354
	11-01			82,216	-46,803
	12-01			3,425	-47,828
2002	1-02	0,78		-25,131	-46,839
	2-02			101,370	-48,018
	3-02			29,704	-45,756
	4-02			-47,314	-43,738
	5-02			-31,827	-45,457
	6-02			-68,204	-41,324
	7-02			54,314	-34,040
	8-02			60,869	-38,125
	9-02			45,001	-33,438
	10-02			19,002	-28,067
	11-02			-12,768	-28,144
	12-02			27,502	-21,904
2003	1-03	-8,00		21,008	-28,165
	2-03			60,440	-24,474
	3-03			25,580	-27,533
	4-03			11,866	-31,700
	5-03			-39,953	-23,560
	6-03			-57,468	-21,450
	7-03			-9,679	-20,884
	8-03			-61,174	-13,050
	9-03			-47,045	-14,277
	10-03			-44,840	-7,837
	11-03			-135,726	-7,324

	12-03			-74,215	-5,282
2004	1-04	-9,36	221,398	30,842	2,910
	2-04		239,782	127,501	10,565
	3-04		203,068	70,445	11,984
	4-04		195,913	-3,855	7,482
	5-04		159,054	-22,241	2,812
	6-04		123,237	-26,132	-0,951
	7-04		81,897	-29,642	-11,490
	8-04		81,131	-35,852	-11,629
	9-04		68,398	-106,182	-11,763
	10-04		106,318	24,810	-12,007
	11-04		79,748	28,047	-10,867
	12-04		78,712	-37,449	-10,332
2005	1-05	-20,35	83,725	-163,775	-8,867
	2-05		97,876	-81,540	-9,285
	3-05		90,643	-112,461	-7,226
	4-05		3,807	-72,340	-4,559
	5-05		-61,550	170,651	-10,833
	6-05		4,530	145,786	-6,661
	7-05		-24,013	-28,814	-12,251
	8-05		-8,976	99,067	-1,158
	9-05		-5,754	-83,826	8,616
	10-05		-27,503	119,382	5,948
	11-05		-34,329	178,935	12,353
	12-05		-20,567	299,686	17,368
2006	1-06	-25,04	11,710	865,509	27,613
	2-06		-2,993	-154,371	27,274
	3-06		-36,190	-422,269	35,665
	4-06		26,864	-117,206	89,369
	5-06		69,044	34,769	141,454
	6-06		-55,579	-114,781	101,291
	7-06		-104,480	163,189	132,196
	8-06		-147,319	-36,574	108,794
	9-06		-209,253	-172,343	93,604
	10-06		-244,529	122,900	106,693
	11-06		-296,068	697,818	121,208
	12-06		-307,767	635,692	90,137
2007	1-07	45,17	-307,459	65,964	22,855
	2-07		-322,240	-140,223	-13,929
	3-07		-300,759	-183,732	-27,631
	4-07		-248,484	-31,527	-37,814
	5-07		-273,465	265,290	-42,555
	6-07		-308,649	157,076	-37,013
	7-07		-307,122	495,701	-42,570
	8-07		-320,433	186,506	-53,126
	9-07		-307,808	-165,172	-67,894
	10-07		-300,332	129,716	-71,504
	11-07		-260,069	-32,239	-87,683
	12-07		-251,748	-245,690	-91,898
2008	1-08	10,01	-195,431	-29,587	-81,554
	2-08		-132,862	101,469	-68,643
	3-08		-96,699	-9,735	-66,163
	4-08		-96,237	-114,422	-77,292
	5-08		-86,513	-149,317	-80,176
	6-08		-68,763	-231,734	-86,592
	7-08		-51,952	-484,097	-86,819
	8-08		-38,246	-706,764	-85,890
9-08	-30,592	-680,047	-78,011		

	10-08		-60,995	-405,077	-102,615
	11-08		-55,584	-128,884	-100,066
	12-08		-17,014	-124,846	-98,642
2009	1-09	13,40	58,017	-95,903	-98,008
	2-09		105,632	-37,412	-101,143
	3-09		129,124	-19,960	-101,502
	4-09		168,422	42,694	-94,425
	5-09		166,094	-56,243	-89,277
	6-09		190,732	-132,629	-73,643
	7-09		218,404	-136,411	-70,682
	8-09		383,538	-87,410	-53,222
	9-09		389,753	-91,659	-50,446
	10-09		421,898	-61,219	13,735
	11-09		452,174	-5,629	51,797
	12-09		538,690	153,955	80,782
2010	1-10	28,28	579,694	171,460	69,440
	2-10		482,498	275,498	53,914
	3-10		552,218	-41,988	47,308
	4-10		570,521	139,672	33,818
	5-10		422,828	-87,398	-15,259
	6-10		343,622	-128,499	-39,532
	7-10		363,274	-39,155	-34,986
	8-10		433,583	84,595	-37,502
	9-10		449,500	71,326	-35,754
	10-10		502,361	35,722	-35,542
	11-10		454,717	-23,006	-45,541
	12-10		469,899	44,030	-52,764
2011	1-11	34,76	541,007	162,005	-51,542
	2-11		552,801	165,792	-31,675
	3-11		477,101	6,700	-43,413
	4-11		504,491	140,376	-46,240
	5-11		457,567	-21,998	-30,431
	6-11		506,054	86,620	-7,396
	7-11		599,851	181,173	-5,975
	8-11		416,850	12,094	-28,706
	9-11		225,145	113,475	-40,229
	10-11		1,336	-80,034	-56,284
	11-11		-55,767	-4,099	-51,399
	12-11		-38,246	-2,828	-52,323
2012	1-12	1,04	75,583	120,151	-52,288
	2-12		136,552	96,832	-52,342
	3-12		140,700	-6,848	-48,392
	4-12		136,819	-27,405	-50,465
	5-12		122,762	-37,428	-44,302
	6-12		95,044	-24,928	-50,118
	7-12		114,952	-45,300	-53,163
	8-12		40,582	-67,640	-45,764
	9-12		125,850	99,750	-35,859
	10-12		216,576	49,800	-28,269
	11-12		347,500	33,730	-30,732
	12-12		519,005	165,390	-23,947
2013	1-13	-10,26	463,771	36,744	-28,054
	2-13		474,645	178,822	-27,441
	3-13		300,344	-159,776	-39,598
	4-13		116,799	-81,624	-41,802
	5-13		30,667	-239,973	-39,642
	6-13		33,039	82,055	-34,806
	7-13		-24,526	-86,471	-34,280

	8-13		18,592	-44,174	-29,493
	9-13		-92,814	-60,207	-38,039
	10-13		-8,327	-5,920	-30,112
	11-13		-79,131	-208,342	-31,538
	12-13		-147,722	2,427	-31,838
2014	1-14	-31,38	-162,360	106,032	-28,845
	2-14		-301,123	15,984	-32,428
	3-14		-343,584	20,106	-18,763
	4-14		-278,563	-81,940	-12,518
	5-14		-351,774	-24,483	-8,983
	6-14		-402,362	-65,142	-6,028
	7-14		-347,624	90,577	0,950
	8-14		-235,633	129,494	-2,192
	9-14		-185,235	28,797	0,130
	10-14		-230,911	229,973	-3,697
	11-14		-284,714	-63,736	-3,789
	12-14		-301,602	-39,860	-14,402
2015	1-15	N/A	-327,092	48,531	-21,169
	2-15		-395,232	-196,023	-21,851
	3-15		-477,862	-175,607	-24,489

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

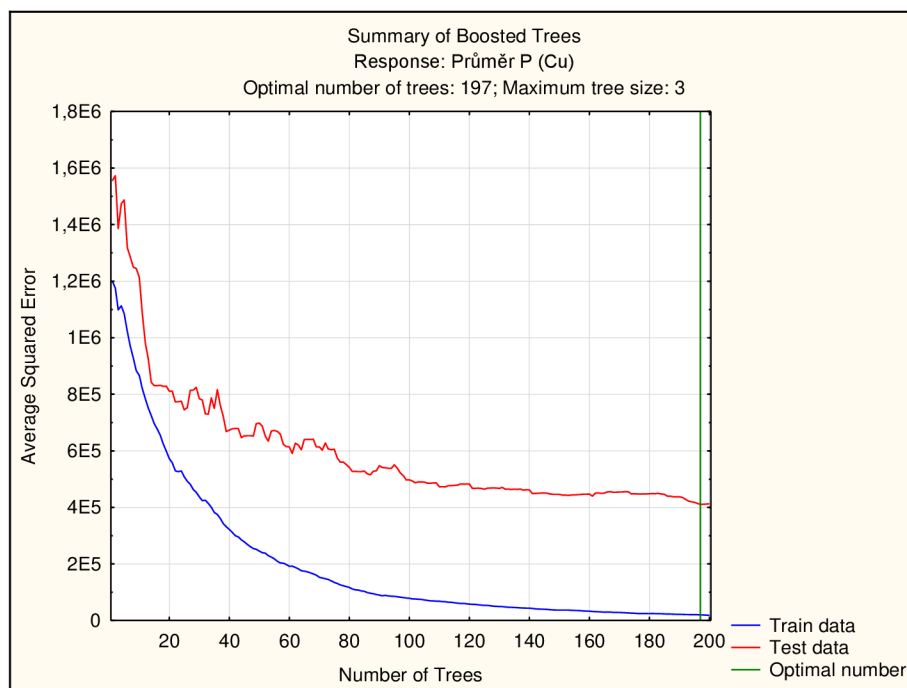
## 7.2 Kompozitní indikátor správnosti ocenění mědi a cínu

V následující části práce je u mědi a cínu analyzovaný komplexní vztah mezi kurzy 3m futures kontraktů a portfoliem různých sektorů vstupních proměnných – ukazatel SUR, zásoby na LME, vybrané makroekonomické determinanty a hodnota Sharpeho poměru. Struktura analýzy je v tomto případě obdobná jako u analýzy závislosti kurzů 3m futures kontraktů na hodnotách jednotlivých makroekonomických determinantů. U všech sledovaných proměnných jsou analyzovány čtvrtletní data, v případě ukazatelů, u kterých byly v předešlých analýzách použity čtvrtletní data, je použit aritmetických průměr těchto dat v jednotlivých čtvrtletích

- **Měď**

Výsledný model se skládá ze 197 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 70. Další graf č. 71 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

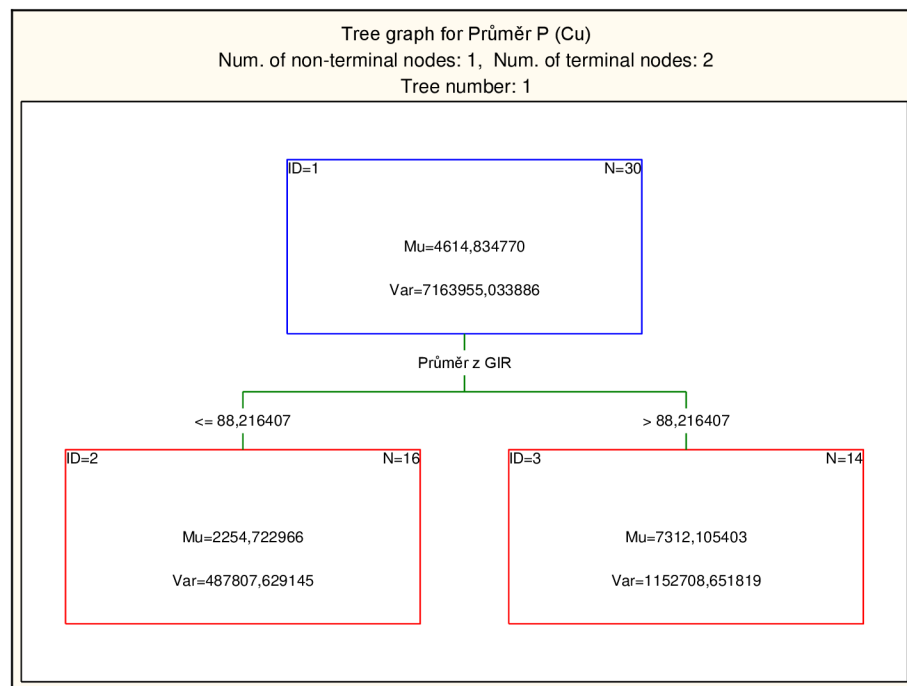
Graf 70 Měď kompozitní indikátor - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.



Graf 71 Měď kompozitní indikátor - příklad stromu v použitém modelu.



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

V následující tabulce č. 37 jsou seřazeny jednotlivé analyzované proměnné v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů mědi prostřednictvím metody BT.

Tabulka 37 Měď kompozitní indikátor - významnost jednotlivých vstupních proměnných.

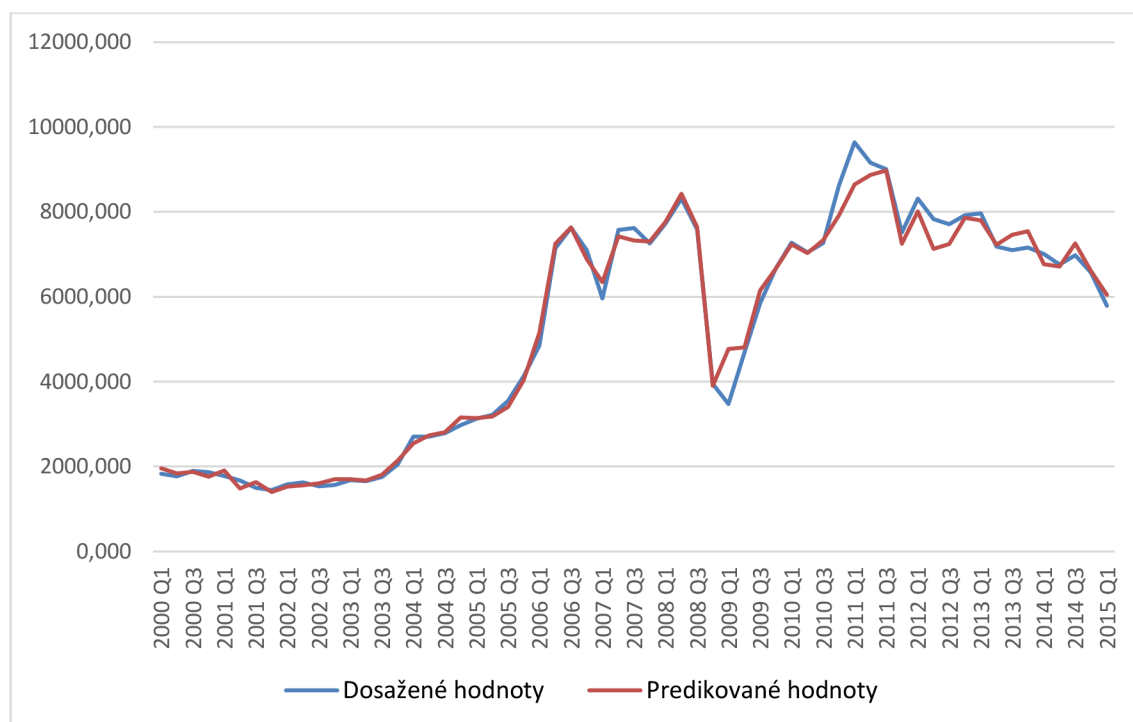
Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
NEERUSD	100	1,000000
GIR	88	0,879583
CHSTIR	82	0,820913
EURIP	80	0,801460
LME (Cu)	72	0,720582
USIP	69	0,686956
USPMI	64	0,637349
CHIP	63	0,633916
VIX	63	0,628140
Sharpeho poměr (Cu)	59	0,587031
SUR (Cu)	57	0,565877
USSTIR	55	0,549188
NEERJUAN	55	0,547604
GPMI	55	0,546497
CHPMI	50	0,500853

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 37 vyplývá, že z analyzovaných ukazatelů mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti ukazatele: ukazatel síly amerického dolaru, globální inflace, čínských krátkodobých úrokových sazeb. V žebříčku relativní významnosti se pak umístil ukazatel Sharpeho poměru na 10. místě a SUR na 11. místě. Relativně nevýznamnou položkou jsou síla čínského jüanu, Globální PMI index a PMI index Číny.

Níže je také uvedený graf č. 72, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů mědi (v USD/mt) v jednotlivých čtvrtletích a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

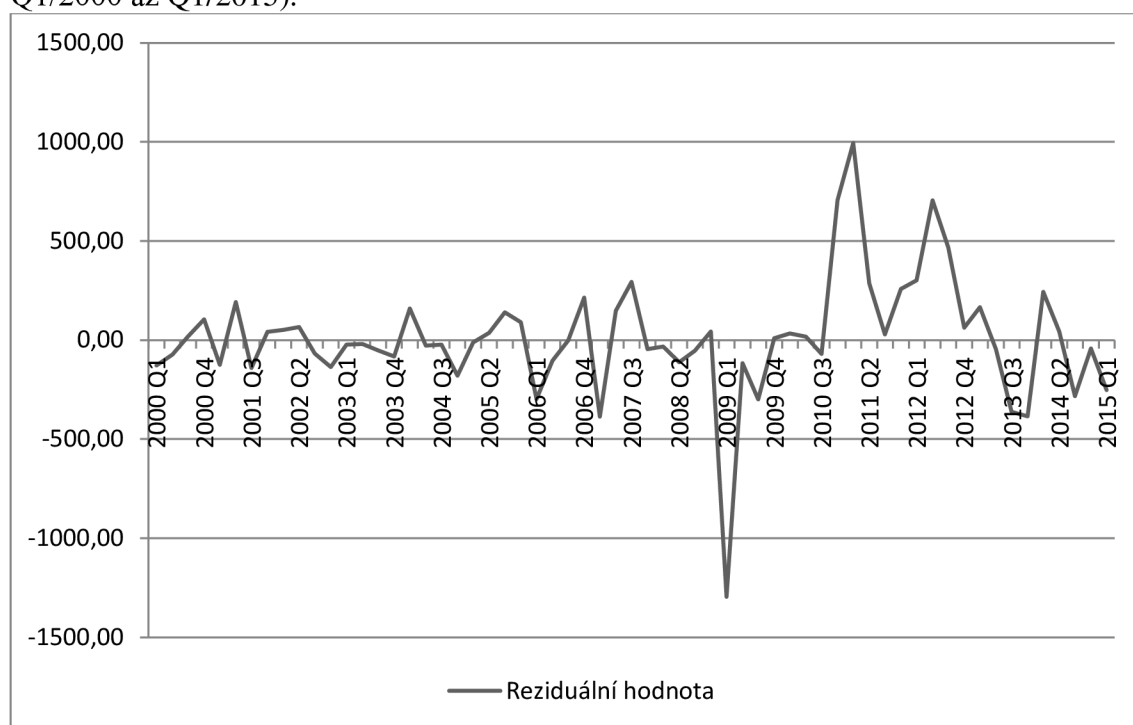
Graf 72 Měď kompozitní indikátor - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů mědi a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 73. Tento graf poukazuje zejména na nadhodnocení v období Q4/2010 až Q2/2011 a Q2/2012 přelomu roku 2006 a 2007. K nejvýznamnějšímu podhodnocení pak došlo v Q1/2009.

Graf 73 Měď kompozitní indikátor - reziduální hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015).



Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

Výsledky upraveného koeficientu determinace jsou uvedeny v tabulce č. 38. Variabilitu kurzů 3m futures kontraktů mědi je možné vysvětlit za celé sledované období z 94,25%, v období Q1/2000 až Q4/2007, nejvyšší hodnota upraveného koeficientu determinace byla dosažena v období Q1/2000 až Q4/2007 – 98,57%, v tomto období tedy byly vykázány jen minimální reziduální hodnoty použitého modelu. Nejméně přesné byly výsledky v posledním sledovaném dílčím období, kdy použitý model byl schopný vysvětlit 86,58% variability kurzů 3m futures kontraktů mědi.

Tabulka 38 Měď kompozitní indikátor - přesnost modelu v celém sledovaném období i dílčích časových úsecích.

Období	Vysvětlitelná volatilita
Q1/2000 – Q1/2015	94,25%
Q1/2000 – Q4/2007	98,57%
Q1/2008 – Q4/2009	93,97%
Q1/2010 – Q1/2015	86,58%

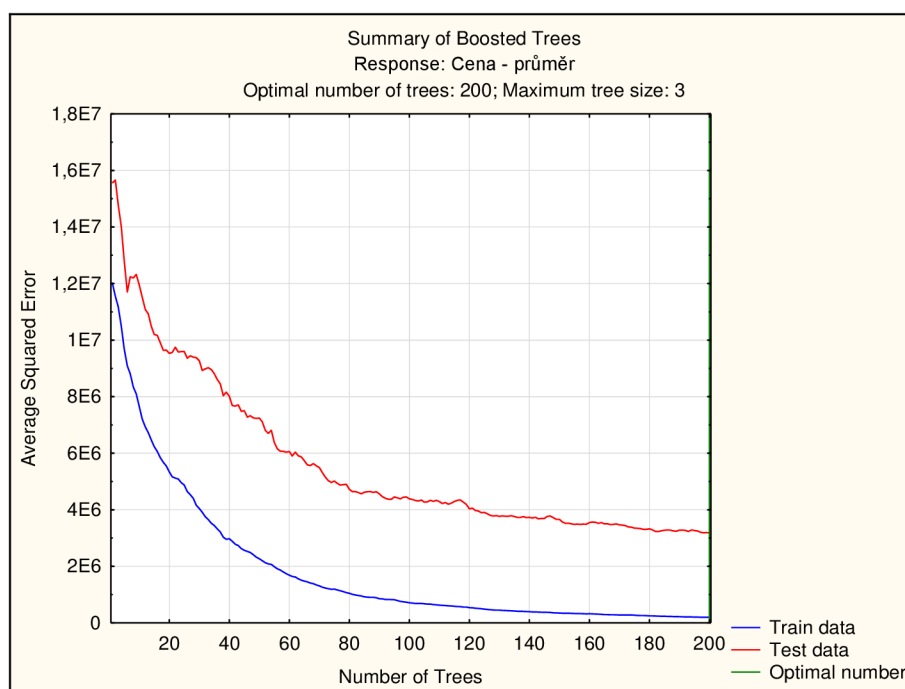
Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.

- **Cín**

Výsledný model se skládá z 200 stromů, průběh kalkulace je uvedený v grafu č. 74.

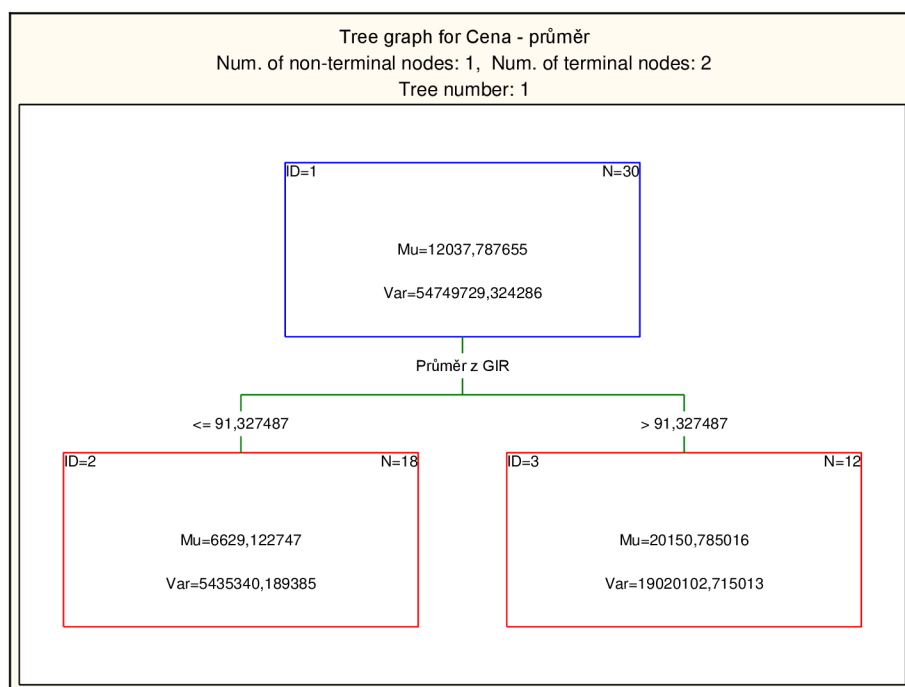
Další graf č. 75 znázorňuje příklad části stromu daného modelu.

Graf 74 Cín kompozitní indikátor - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Graf 75 Cín kompozitní indikátor - příklad stromu v použitém modelu.



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

V následující tabulce č. 39 jsou seřazeny jednotlivé analyzované proměnné v závislosti na míře, kterou přispívají k vysvětlení volatility kurzů 3m futures kontraktů cínu prostřednictvím metody BT.

Tabulka 39 Cín kompozitní indikátor - významnost jednotlivých vstupních proměnných.

Proměnná	Pořadí	Relativní významnost
NEERUSD	100	1,000000
GIR	97	0,968474
CHSTIR	96	0,958754
EURIP	88	0,881653
USIP	79	0,788237
USSTIR	74	0,739575
CHPMI	69	0,694180
VIX	68	0,682265
USPMI	64	0,639634
Sharpeho poměr (Sn)	63	0,630314
CHIP	63	0,626483

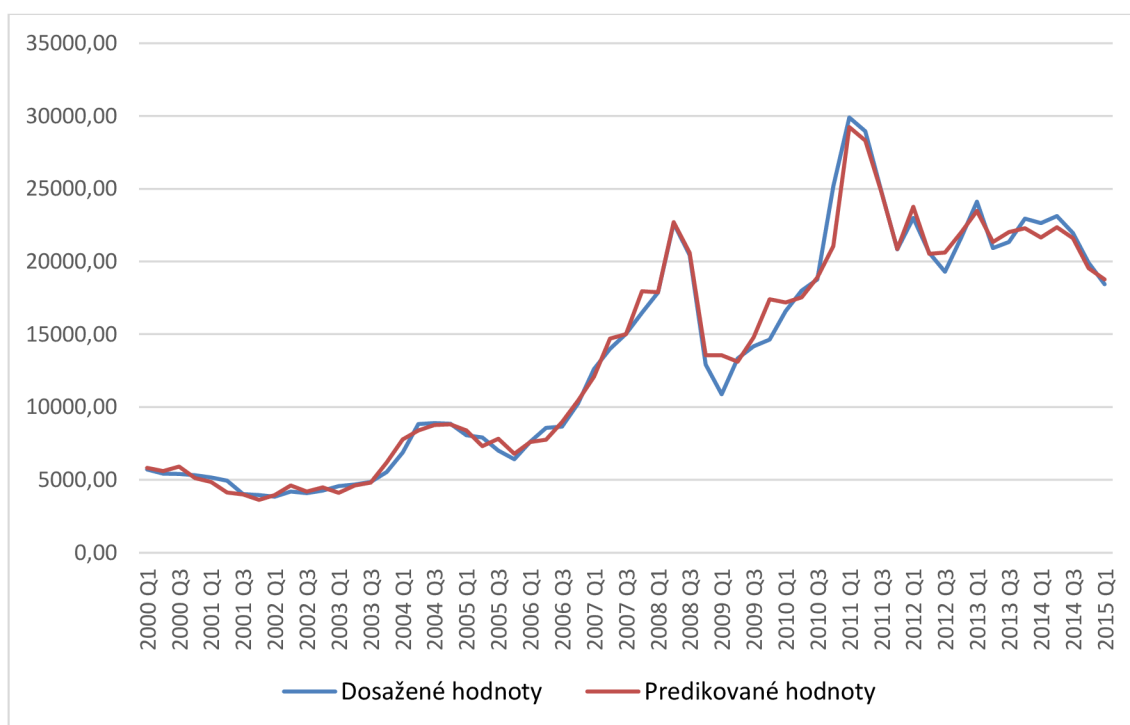
NEERJUAN	63	0,625926
SUR (Sn)	58	0,579296
GPMI	54	0,541991
LME (Sn)	43	0,434726

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Z tabulky číslo 39 vyplývá, že z analyzovaných ukazatelů mají nejvyšší hodnotu relativní významnosti ukazatele: ukazatel síly amerického dolaru, globální inflace nebo čínských krátkodobých úrokových sazeb. V žebříčku relativní významnosti pak skončil Sharpeho poměr na 10. místě a SUR na 13. místě. Nejméně významným ukazatelem jsou dle použitého modelu pak zásoby cínu evidované na LME burze, což potvrzuje i výsledek korelačního koeficientu mezi zásobami cínu evidovanými na LME burze a kurzem 3m futures kontraktů cínu – viz tabulka č. 21.

Níže je také uvedený graf č. 76, který znázorňuje vztah mezi skutečně dosaženými historickými kurzy 3m futures kontraktů cínu (v USD/mt) v jednotlivých čtvrtletích a predikovanými hodnotami použitou metodou Boosted trees.

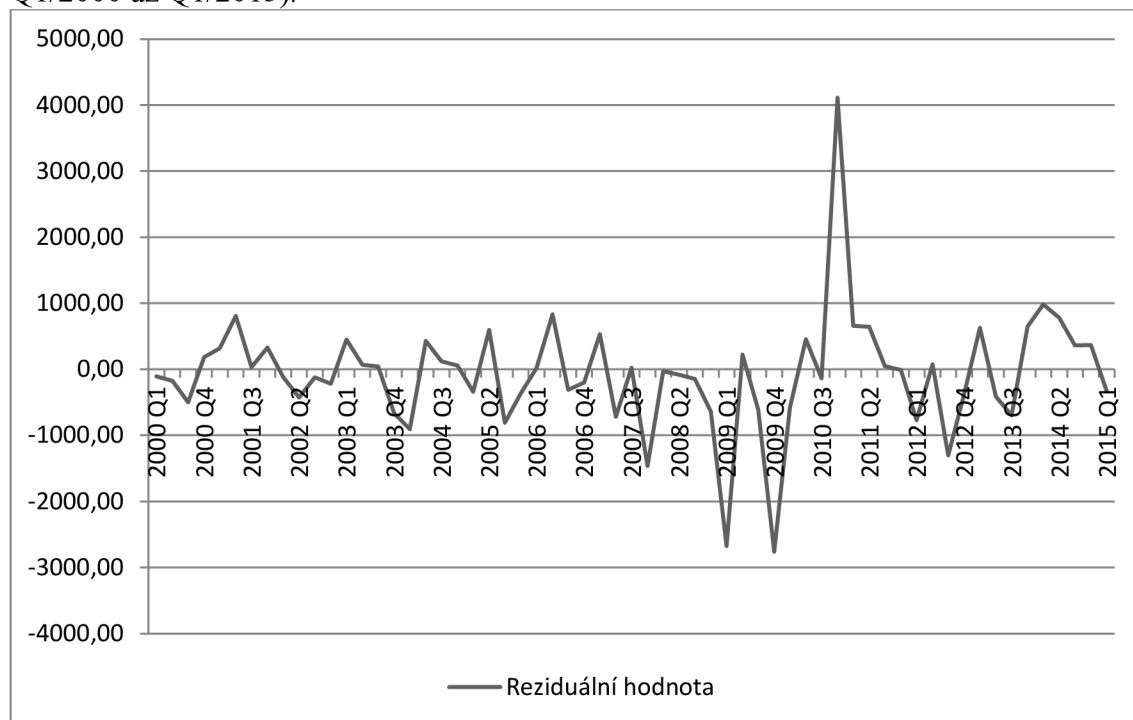
Graf 76 Cín kompozitní indikátor - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Diference mezi skutečně dosaženými historickými kurzy futures kontraktů cínu a predikovanými hodnotami prostřednictvím metody BT jsou uvedené v grafu č. 77. Tento graf poukazuje zejména na nadhodnocení v období Q4/2010. K nejvýznamnějšímu podhodnocení pak došlo v Q1/2009 a Q4/2009.

Graf 77 Cín kompozitní indikátor - reziduální hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015).



*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

Výsledky upraveného koeficientu determinace jsou uvedeny v tabulce č. 40. Variabilitu kurzů 3m futures kontraktů cínu je možné vysvětlit za celé sledované období z 96,79%, v období Q1/2000 až Q4/2007, nejvyšší hodnota upraveného koeficientu determinace byla dosažena v období Q1/2000 až Q4/2007 – 98,00%, v tomto období tedy byly stejně jako u mědi vykázány jen minimální reziduální hodnoty použitého modelu. Nejméně přesné byly výsledky v posledním sledovaném dílčím období (opět stejně jako u mědi), kdy použitý model byl schopný vysvětlit 89,32% variability kurzů 3m futures kontraktů cínu.



Tabulka 40 Cín kompozitní indikátor - přesnost modelu v celém sledovaném období i dílčích časových úsecích.

Období	Vysvětlitelná volatilita
Q1/2000 – Q1/2015	96,79%
Q1/2000 – Q4/2007	98,00%
Q1/2008 – Q4/2009	90,55%
Q1/2010 – Q1/2015	89,32%

*Zdroj: Zpracováno autorem na základě dat uvedených v kapitole 3.2.*

### **7.3 Vyhodnocení výsledků grafické syntézy a kompozitního indikátoru správnosti ocenění mědi a cínu**

Výše uvedené analýzy zahrnují širokou škálu vstupních proměnných, které mohou ovlivňovat cenovou volatilitu průmyslových kovů. Z grafické syntézy výsledků je patrné, že výsledky jednotlivých indikátorů správnosti ocenění jsou výrazně odlišné, přičemž nelze jednoznačně stanovit, jestli trh je nadhodnocený nebo podhodnocený v případě, kdy některý z fundamentálních indikátorů tuto skutečnost nepotvrzuje. U hliníku, olova, niklu a zinku však není možné blíže specifikovat hodnotu nadhodnocení/podhodnocení v jednotlivých měsících u indikátoru založeném na ukazateli SUR.

Hliník: Nadhodnocení hliníku bylo na základě grafické syntézy výsledků zaznamenáno u všech fundamentálních faktorů v roce 2008 – zejména v červenci 2008. Naopak jako podhodnocený se trh hliníku jevil zejména v první polovině roku 2014.

Měď: U mědi byl vytvořený kompozitní indikátor správnosti ocenění, který poukázal na podhodnocení trhu v Q4/2009. Z hlediska grafické syntézy výsledků indikátory správnosti ocenění vytvořené na základě ukazatelů SUR a LME zásob nevidují výrazné odchýlení ceny od oscilačního pásma, podhodnocení bylo zaznamenáno u makroekonomických determinantů. V Q1/2011 je pak trh nadhodnocený u všech provedených analýz, včetně kompozitního indikátoru. Kurzy 3m futures kontraktů mědi jsou spíše podhodnocené v obdobích od druhé poloviny roku 2014.

Olovo: Nadhodnocení olova bylo na základě grafické syntézy výsledků zaznamenáno u všech fundamentálních faktorů v polovině roku 2007 a v první polovině roku 2011.

Naopak jako podhodnocený se trh olova jevil u fundamentálních faktorů v roce 2004 v průběhu roku 2014.

Nikl: Nadhodnocení niklu bylo na základě grafické syntézy výsledků zaznamenáno u všech fundamentálních faktorů v první polovině roku 2007 (toto nadhodnocení by bylo možné vysvětlit relativně nízkými hodnotami zásob niklu na LME, což se však z důvodu dostupnosti dat až od období 5/2006 a použitého 2 letého klouzavého průměru dané analýzy neprojevalo v příslušném indikátoru správnosti ocenění), v průběhu roku 2010 nebo ve druhé polovině roku 2014. Naopak podhodnocený byl trh niklu u fundamentálních faktorů v první polovině roku 2006.

Cín: U cínu byl, stejně jako u mědi, vytvořený kompozitní indikátor správnosti ocenění, který poukázal na nejvýraznější podhodnocení trhu v Q1 a Q4/2009 a na nadhodnocení v Q4/2010. Z hlediska grafické syntézy výsledků dochází je možné výsledky kompozitního indikátoru víceméně potvrdit, dalšími obdobími, kdy došlo ke shodnému výsledku u všech provedených dílčích analýz je nadhodnocení v Q2/2006, v polovině roku 2007 a v Q1/2011. Naopak podhodnocený se trh s cínem dle použitých analýz jevil v roce 2012.

Zinek: Nadhodnocení zinku bylo na základě grafické syntézy výsledků zaznamenáno u všech fundamentálních faktorů období od 8/2010 až 9/2011. Naopak jako podhodnocený se trh zinku jevil u fundamentálních faktorů v některých měsících roku 2006 a 2014.

#### **Vyjádření se ke stanovaným výzkumným otázkám:**

1. Lze volatilitu burzovně obchodovatelných průmyslových kovů na London Metal Exchange z dlouhodobého hlediska vysvětlit prostřednictvím základních fundamentálních faktorů a makroekonomických determinantů.

Na základě dosažených výsledků lze z dlouhodobého hlediska potvrdit závislost mezi fundamentálními faktory a kurzy 3m futures kontraktů průmyslových kovů. Průmyslové kovy jsou významně závislé na makroekonomických determinantech, produkci, spotřebě a zásobách vybraných kovů. Výzkumná otázka je potvrzena.

2. Došlo v období financionalizace komoditních trhů ke vzniku nerovnováhy mezi sledovanými fundamentálními faktory a cenami průmyslových kovů?

Přestože z dlouhodobého hlediska jsou průmyslové kovy závislé na fundamentálních faktorech, v době financionalizace komoditních trhů došlo na základě provedených analýz ke vzniku nerovnováhy mezi sledovanými fundamentálními faktory a kurzy 3m futures kontraktů průmyslových kovů. Stav nadhodnocení nebo podhodnocení byl přitom patrný zejména v časovém intervalu od roku 2006 do roku 2015. V tomto období také došlo k nejvýraznějšímu růstu počtu uzavřených derivátových kontraktů na komoditních burzách (viz graf č. 1). Výzkumná otázka je potvrzena.

## 8 Diskuze

Disertační práce navazuje na celosvětově diskutované téma financionalizace komoditních trhů. Jak je uvedeno v teoretické části práce: *V souvislosti s financionalizací komoditních trhů se v současnosti vedou diskuze, jaký vliv má zvýšený podíl investorů aplikujících finanční vypořádání kontraktů a jejich obchodní strategie na volatilitu cen komoditních aktiv. Existují dvě základní teorie. První, fundamentální teorie předpokládá, že ceny komoditních aktiv jsou determinované výhradně fundamentálními faktory a všichni účastníci komoditních trhů při svých obchodních a investičních rozhodnutích vycházejí z očekávání vývoje nabídky a poptávky spotových trhů. Druhá, finanční teorie předpokládá, že kromě fundamentálních faktorů hraje u volatility cen komodit významnou roli také očekávání, chování a interakce různých účastníků na trhu, zahrnující informované investory, noise traders, investory vycházejících při svém investičním rozhodování zejména ze statistických technik (např. statistického vyhodnocení optimalizace investičního portfolia) a komoditní indexové investory (CITs). Tito investoři mohou způsobit výrazné odchýlení cen od jejich „fundamentálních hodnot“.* Dosažené výsledky potvrdili uvedenou finanční teorii, tedy možnost krátkodobého odchýlení cen průmyslových kovů od v disertační práci sledovaných fundamentálních hodnot, přičemž odchýlení cen je patrné zejména v období od roku 2006. Analýzy byly však provedeny na základě kurzů futures kontraktů, nikoli spotových kurzů, což je akceptovatelné z důvodu potvrzení závislosti mezi spotovými a 3m futures kontrakty (Geman a Smith, 2013).

Mezi analyzovanými fundamentálními faktory byly proměnné: produkce, spotřeba a zásoby průmyslových kovů, zásoby evidované na LME burze, makroekonomické faktory zahrnující oblast ekonomického růstu, krátkodobých úrokových sazeb, množství peněz v ekonomice, inflace nominální efektivní kurzy měn nebo index volatility VIX související se sentimentem investorů.

U základních fundamentálních faktorů (produkce, spotřeba a zásoby) jsou data s frekvencí kratší než jeden rok dostupná pouze z placených databází. Společnost CRU poskytla pro přípravu této disertační práce čtvrtletní data pro měď a cín, u ostatních komodit byly použity v rámci těchto dílčích analýz hodnotící vztah mezi produkcí, spotřebou a světovými zásobami použita data s roční frekvencí, což omezuje detailní pohled na vývoj v průběhu jednotlivých roků. Navíc nebylo možné, z důvodu

nedostupnosti dat, v rámci analýz zaimplementovat údaje o produkci, spotřebě a zásobách recyklovaných kovů. Z hlediska produkce je také možné zvážit detailnější analýzy informací o těžebních dolech, přestože práce zahrnuje data z USGS Mineral Resources Programu v případě dosažení výrazného nadhodnocení/podhodnocení průmyslového kovu vzhledem k ukazateli stocks-to-use ratio.

Z hlediska analýzy vztahu mezi makroekonomickými determinanty a kurzy 3m futures kontraktů průmyslových kovů byla použita metoda Boosted Tress. Důvodem proč byla upřednostněna daná metoda před jinými metodami (například zobecněný lineární model – GLM) je skutečnost, že se jedná o neparametrickou metodu, která je imunní vůči odlehlým hodnotám, a která navíc umožňuje seřadit proměnné podle jejich relativní významnosti. Další výhodou je možnost použití modelu i v případě chybějících dat. Možnou nevýhodou této metody je však její nekonzistentnost – existuje zde možnost přidávat nebo ubírat proměnná, ale všechny změny mohou mít poměrně výrazný dopad na dosažené výsledky. Samotná analýza makroekonomických faktorů v rozsahu použitém v této disertační práci je jedinečná – vazbě mezi makroekonomickými determinanty a komoditními trhy se věnují různé studie, kde jsou však analyzovány spíše dílčí makroekonomické determinanty (např. Bhardwaj a Dunsby, 2012 - vztah mezi cenami průmyslových kovů a vývojem HDP nebo Akram, 2009 - vztah mezi cenami komodit, úrokovými sazbami a silou amerického dolaru).

Na závěr této kapitoly je vhodné poznamenat, že disertační práce vychází z předpokladu platnosti teorie racionálního očekávání a nehodnotí intradenní obchodování, nýbrž se zaměřuje na dlouhodobý časový horizont. Práce se také blíže nezaměřuje na technickou analýzu, jelikož v rámci technické analýzy existuje řada možných strategií, přičemž každá může dosahovat odlišných výsledků vzhledem k posuzování nadhodnocení nebo podhodnocení aktuálních kurzů futures kontraktů.

## **9 Přínos disertační práce**

Tato kapitola je rozdělena na dvě části. V první části je uvedený praktický přínos disertační práce a ve druhé části přínos pro teorii a vědu.

### **9.1 Praktický přínos**

Disertační práce determinuje faktory ovlivňující ceny průmyslových kovů v době financionalizace komoditních trhů. U mědi a cínu byl odvozen kompozitní model oceňování těchto trhů, který je schopný generovat signály jejich možného nadhodnocení nebo podhodnocení. Kromě toho byly vytvořeny dílčí indikátory správnosti ocenění, které hodnotí vztah mezi fundamentálními nebo finančními faktory a analyzovanými průmyslovými kovy.

Vytvořený metodický postup je velmi komplexní, zahrnuje analýzy závislosti mezi produkcí, spotřebou, zásobami a burzovními kurzy průmyslových kovů, závislosti mezi makroekonomickými determinanty a burzovními kurzy průmyslových kovů i analýzy související s teorií investičního portfolia včetně hodnocení vztahu mezi jejich rizikovostí a výnosností.

Jedná se o informace, které mohou aplikovat účastníci trhu, kterými jsou producenti, zpracovatelé nebo uživatelé, stejně tak použité modely mohou v rámci své investiční činnosti využít spekulanti na příslušných trzích. Vytvořené dílčí indikátory správnosti ocenění, včetně kompozitních indikátorů u mědi a cínu, mohou být také přínosné pro podniky (malé, střední i velké), které přímo na burze neobchodují, ale využívají tyto suroviny v rámci své podnikatelské činnosti.

### **9.2 Přínos pro teorii a vědu**

Disertační práce se věnuje aktuálnímu tématu – financionalizaci komoditních trhů, kterému se doposud žádná publikace v takovém rozsahu a v takovém systematickém členění nevěnovala. Z teoretického hlediska se jedná o literaturu komplexně zpracovávající teorii komoditních trhů a jejich financionalizaci se zaměřením na průmyslové kovy.

V disertační práci byl vytvořený kompozitního modelu oceňování průmyslových kovů, který je schopný generovat signály jejich možného nadhodnocení nebo podhodnocení.

Z akademického hlediska disertační práce potvrzuje, že zvýšený podíl investorů preferujících finanční vypořádávání uzavřených derivátových kontraktů s komoditními aktivy – konkrétně s 3m futures kontrakty průmyslových kovů uzavřených na LME burze vedly dle použitých metod ke vzniku nerovnováhy mezi sledovanými fundamentálními faktory a cenami průmyslových kovů. Dosažené výsledky tedy potvrzují v teoretické části disertační práce a předcházející kapitole uvedenou finanční teorii.

Návrhy možného pokračování výzkumu: Zaměření se na jiný sektor komoditních trhů, blíže analyzovat vývoj významnosti vstupních proměnných ovlivňujících ceny průmyslových kovů v jednotlivých časových úsecích nebo navázat na provedené analýzy vytvořením predikčních modelů.

## 10 Závěr

Komoditní trhy jsou dynamicky se rozvíjející oblastí finančních trhů. Jedná se o velice širokou problematiku, proto je disertační práce zaměřena pouze na sektor burzovně obchodovatelných průmyslových kovů – hliník, měď, olovo, nikl, cín a zinek. Základní analyzovaný časový interval je od ledna 2000 do března 2015, jednotlivé analýzy mohou být však s ohledem na použité klouzavé průměry nebo s ohledem na nedostupnost některých dat odlišné.

Disertační práce se skládá z několika částí. V první části jsou uvedena teoretická východiska komoditních trhů a analyzovaný soudový vývoj na komoditních trzích. Soudobý vývoj na komoditních trzích je přitom charakteristický financizací komoditních trhů, kterou je možné definovat jako rostoucí úlohu finančních motivů, finančních trhů a finančních subjektů v sektoru komoditních trhů.

Ve druhé části práce byl analyzován vztah mezi základními fundamentálními faktory a kurzy 3m futures kontraktů prostřednictvím grafického znázornění vývoje hodnot analyzovaných proměnných, korelačních koeficientů a indikátoru správnosti ocenění vytvořeném na základě 2 letých nebo 3 letých klouzavých průměrů zahrnujících vazby mezi danými proměnnými. V rámci těchto analýzy byl potvrzen inverzní vztah mezi ukazatelem stocks-to-use ratio (SUR) a kurzy 3m futures kontraktů průmyslových kovů, s výjimkou niklu. Při analýze vztahu mezi zásobami evidovanými na LME burze a kurzy 3m futures kontraktů jednotlivých kovů byla negativní korelace potvrzena zejména u hliníku, niklu a zinku.

Třetí část práce hodnotí vztah mezi vybranými makroekonomickými determinanty zahrnující oblast ekonomického růstu, krátkodobých úrokových sazeb, množství peněz v ekonomice, inflace nebo nominální efektivní kurzy měn. Ukazatele makroekonomických determinantů byly doplněny také o sentimentální vstupní proměnnou – index volatility VIX. Pro účely hodnocení vztahu mezi makroekonomickými determinanty byl použit model Boosted Trees. Tento Model se díky svým vlastnostem, které jsou uvedeny v předešlých kapitolách, jeví jako vhodný model pro kvantifikaci jednotlivých ukazatelů bez ohledu na to, zda jsou makroekonomické či jiného (např. sentimentálního) charakteru. Model je pružný a lze jeho prostřednictvím analyzovat významnost prakticky jakýchkoli uvažovaných



ukazatelů, které lze navíc různě vzájemně kombinovat. I z toho důvodu byl daný model použit i v rámci vytvořeného kompozitního indikátoru správnosti ocenění mědi a cínu. Přes skutečnost, že funkčnost modelu byla potvrzena, nemusí být jeho prostřednictvím získané výsledky neomezeně platné. Každá vypracovaná verze je totiž založena na zadaných předpokladech, které nemusejí dlouhodobě platit. To ovšem nebrání výměny použitých faktorů a provedení přepočtu. Za nejvýznamnější makroekonomické determinanty v souvislosti s kurzy 3 měsíčních futures kontraktů průmyslových kovů lze pak považovat sílu amerického dolaru (posilování USD jejich kurzy snižuje a naopak), ukazatele průmyslové produkce nebo inflace.

Čtvrtá část práce navazuje na základní principy teorie portfolia, kde Harry Markowitz formuloval výhody vzájemné diverzifikace finančních a reálných aktiv spočívající v takové alokaci aktiv, jež přináší investorovi maximální očekávaný výnos při stejné úrovni rizika. Konkrétně byl analyzován vztah mezi rizikem a výnosem průmyslových kovů prostřednictvím Sharpeho poměru a ex-post modelu CAPM. Na základě ex-post modelu CAPM byl vytvořen i indikátor správnosti ocenění jednotlivých průmyslových kovů. V rámci těchto analýz byla jedinou vstupní proměnnou tržní cena (kurz) aktiv bez zohlednění fundamentálních faktorů. Dosažené výsledky ex-post CAPM indikátoru správnosti ocenění byly však ze statistického hlediska nepoužitelné, což potvrzuje předpoklad publikovaný Fabozzim a spol., (2008), že i přes rostoucí počet kontraktů realizovaných za účelem výhradně finančního vypořádání (nikoli fyzické vypořádání) komodit, není aplikace modelu CAPM u komoditních aktiv vhodná.

Na základě výsledků výše uvedených dílčích analýz byla potom vytvořena grafická syntéza výsledků a u mědi a cínu také kompozitní indikátor správnosti ocenění, prostřednictvím čehož je možné generovat signály možného nadhodnocení a podhodnocení trhu. Vytvořený kompozitní indikátor zahrnuje základní fundamentální faktory (včetně zásob evidovaných na LME burze), makroekonomické determinanty (včetně ukazatele tržního sentimentu – indexu volatility VIX) a vývoj Sharpeho poměru. Takto vytvořený kompozitní indikátor byl potom schopný vysvětlit variabilitu kurzů 3m futures kontraktů mědi za celé sledované období z 94,25% a cínu z 96,79%.

Dosažené výsledky potom umožnily vyjádřit se ke stanoveným výzkumným otázkám, ve kterých byla z dlouhodobého hlediska potvrzena závislost mezi fundamentálními

faktory a kurzy 3m futures kontraktů průmyslových kovů, ale také byla potvrzena možnost vzniku krátkodobých nerovnovážných stavů mezi sledovanými fundamentálními faktory a kurzy průmyslových kovů. Nutno poznamenat, že takto vzniklé nerovnovážné stavy byly zaznamenány zejména od roku 2006, kdy dochází k nevýraznějšímu nárůstu počtu uzavřených derivátových kontraktů na komoditních burzách, což je základním aspektem financionalizace komoditních trhů.

## Literatura

ACHARYA, Viral V.; LOCHSTOER, Lars A.; RAMADORAI, Tarun. Online Appendix to Limits to Arbitrage and Hedging: Evidence from Commodity Markets. *May*, 2012, 18: 2012.

AKRAM, Q. Farooq. Commodity prices, interest rates and the dollar. *Energy economics*, 2009, 31.6: 838-851.

ALGIERI, Bernardina. Price volatility, speculation and excessive speculation in commodity markets: sheep or shepherd behaviour?. *ZEF-Discussion Papers on Development Policy*, 2012, 166.

ArticEcon [Online]. Citováno z <https://arcticecon.wordpress.com/2012/02/15/aluminium-smelting-in-iceland-alcoa-rio-tinto-alcan-century-aluminum-corp/>. [cit. 2016-02-10].

ArticEcon [Online]. Citováno z <https://arcticecon.wordpress.com/category/metals-and-minerals/>. [cit. 2016-02-10].

BAER, Julius B., et al. *Commodity Exchanges and Futures Trading*, 1949.

BELKE, Ansgar; BORDON, Ingo G.; HENDRICKS, Torben W. Global liquidity and commodity prices—a cointegrated VAR approach for OECD countries. *Applied Financial Economics*, 2010.

BHARDWAJ, Geetesh; DUNSBY, Adam. The business cycle and the correlation between stocks and commodities. *SSRN Working Paper Series*, 2012.

BIGGS, Barton. *Hedgehogging*. John Wiley & Sons, 2011.

BLACK, Fischer. The pricing of commodity contracts. *Journal of financial economics*, 1976, 3.1: 167-179.

BLAU, Gerda. Some aspects of the theory of futures trading. *The Review of Economic Studies*, 1944, 12.1: 1-30.

BOBENRIETH, Eugenio; WRIGHT, Brian; ZENG, Di. Stocks-to-use ratios and prices as indicators of vulnerability to spikes in global cereal markets. *Agricultural Economics*, 2013, 44.s1: 43-52.

BREIMAN, Leo, et al. *Classification and regression trees*. CRC press, 1984.

BREIMAN, Leo. Bagging predictors. *Machine learning*, 1996, 24.2: 123-140.

BUYUKSAHIN, Bahattin; ROBE, Michel A. Does It Matter Who Trades Energy Derivatives?. *Review of Environment, Energy and Economics*, 2012.

CASASSUS, Jaime; COLLIN-DUFRESNE, PIERRE. Stochastic convenience yield implied from commodity futures and interest rates. *The Journal of Finance*, 2005, 60.5: 2283-2331.

COLLIS, J.; HUSSEY, R. *Business Research : A practical guide for undergraduate and postgraduate students*. Second Edition, 2003. 374 s. ISBN 978-0-333-98325-6.

DAWE, David, et al. The unimportance of “low” world grain stocks for recent world price increases. Agricultural Development Economics Division, The Food and Agriculture Organization of the United Nations ESA Working paper, 2009, 09-01.

Daytrade [Online]. Citováno z <http://daytrade.cz/psychologicka-analyza/>. [cit. 2015-11-10].

DUNSBY, Adam, et al. *Commodity investing: maximizing returns through fundamental analysis*. John Wiley & Sons, 2008.

DVOŘÁK, Petr. *Deriváty. 1. přeprac. vyd. Praha: Oeconomica, 2006. 297 s. ISBN 80-245-1033-2*.

FABOZZI, Frank J.; FUSS, Roland; KAISER, Dieter G. *The handbook of commodity investing*. John Wiley & Sons, 2008.

FABOZZI, Frank J.; MODIGLIANI, Franco. *Capital markets: institutions and instruments*. Pearson College Division, 2003.

FRANKEL, Jeffrey A. *The effect of monetary policy on real commodity prices*. National Bureau of Economic Research, 2006.

FREUND, Yoav, et al. Experiments with a new boosting algorithm. In: *ICML*. 1996. p. 148-156.

FRIEDMAN, Jerome H. Greedy function approximation: a gradient boosting machine. *Annals of statistics*, 2001, 1189-1232.

GEMAN, Hélyette. *Commodities and commodity derivatives*. 1.vyd. London: Willey finance, 2005. 396s. ISBN 0-470-01218-8.

GEMAN, Hélyette; SMITH, William O. Theory of storage, inventory and volatility in the LME base metals. *Resources Policy*, 2013, 38.1: 18-28.

GENSLER, Gary. History of derivatives regulation, culprit OTCs. *CommodityOnline*, July, 2010, 2.

GILBERT, Christopher L., et al. Speculative influences on commodity futures prices 2006-2008.

Goldem Minerals Company [Online]. Citováno z <http://www.goldenminerals.com/pdfs/annual%20reports/2004/2004IRLeadSilver.pdf>. [cit. 2015-06-06].

GORDON, Robert. Commodities in an Asset Allocation Context. *Journal of Taxation of Investments*, 2006, 23.2: 181.

GORTON, Gary B.; HAYASHI, Fumio; ROUWENHORST, K. Geert. The fundamentals of commodity futures returns. *Review of Finance*, 2012, rfs019.

GORTON, Gary; ROUWENHORST, K. Geert. Facts and fantasies about commodity futures. *Financial Analysts Journal*, 2006, 62.2: 47-68.

GREER, Robert J. Conservative commodities: A key inflation hedge. *The Journal of Portfolio Management*, 1978, 4.4: 26-29.

- HARRAS, Georges; SORNETTE, Didier. How to grow a bubble: A model of myopic adapting agents. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 2011, 80.1: 137-152.
- HASTIE, Trevor; TIBSHIRANI, Robert; FRIEDMAN, Jerome. *Unsupervised learning*. Springer New York, 2009.
- HE, Xue-Zhong; WESTERHOFF, Frank H. Commodity markets, price limiters and speculative price dynamics. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 2005, 29.9: 1577-1596.
- HENDL, Jan. *Přehled statistických metod zpracování dat: analýza a metaanalýza dat*. Portál, s.r.o., 2004.
- HICKS, John Richard, et al. Value and capital: An inquiry into some fundamental principles of economic theory. *OUP Catalogue*, 1975.
- HONG, Harrison; YOGO, Motohiro. Commodity market interest and asset return predictability. In: *American Finance Association Meeting Atlanta*. 2010.
- CHEN, Gongmeng; FIRTH, Michael; XIN, Yu. The Price-Volume Relationship in China's Commodity Futures Markets. *Chinese Economy*, 2004, 37.3: 87-122.
- CHENG, Ing-Haw; KIRILENKO, Andrei; XIONG, Wei. *Convective risk flows in commodity futures markets*. National Bureau of Economic Research, 2012.
- CHEUNG, C. Sherman; MIU, Peter. Diversification benefits of commodity futures. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2010, 20.5: 451-474.
- ICSG The World Copper Factbook [Online]. Citováno z <http://copperalliance.org/wordpress/wp-content/uploads/2012/01/ICSG-Factbook-2014.pdf>. [cit. 2015-10-05].
- International Lead Association [Online]. Citováno z <http://www.ila-lead.org/lead-facts/lead-production--statistics>. [cit. 2015-11-10].
- International Nickel Study Group [Online]. Citováno z <http://www.insg.org/prodnickel.aspx>. [cit. 2015-11-9].

IRWIN, Scott H.; SANDERS, Dwight R. Index funds, financialization, and commodity futures markets. *Applied Economic Perspectives and Policy*, 2011, ppq032.

ISM. 2015. PMI History. In: ISM Manufacturing Report on Business®. [Online]. Citováno z <http://www.ism.ws/ISMReport/?navItemNumber=22442>. [cit. 2015-10-19].

JACOBS, Heiko; MÜLLER, Sebastian; WEBER, Martin. How should individual investors diversify? An empirical evaluation of alternative asset allocation policies. *Journal of Financial Markets*, 2014, 19: 62-85.

JENSEN, Gerald R.; JOHNSON, Robert R.; MERCER, Jeffrey M. Tactical asset allocation and commodity futures. *The Journal of Portfolio Management*, 2002, 28.4: 100-111.

KALDOR, Nicholas. Speculation and economic stability. *The Review of Economic Studies*, 1939, 7.1: 1-27.

KAŽIMÍR, Ladislav. *Cín*. [Online]. Citováno z [www.ssvos.cz/dumyssvos/files/VY\\_32\\_INOVACE\\_12\\_Ch\\_ACH.pptx](http://www.ssvos.cz/dumyssvos/files/VY_32_INOVACE_12_Ch_ACH.pptx). [cit. 2015-12-10].

KEYNES, John M. *Obecná teorie zaměstnanosti, úroku a peněz*, český překlad, nakladatelství československé akademie věd. 1963.

KLING, Donna. *Fundamentals of the futures market*. McGraw-Hill, 2001.

KNITTEL, Christopher R.; PINDYCK, Robert S. *The simple economics of commodity price speculation*. National Bureau of Economic Research, 2013.

KOMPRDOVÁ, Klára, et al. *Rozhodovací stromy a lesy*. Akademické nakladatelství CERM, 2012.

KRUGMAN, Paul. Commodity prices (wonkish). *New York Times*, March 19th, 2008.

KUČERA, J.; RADVAN, E. *Filosofické aspekty metodologie vědy. 1. vyd. Brno: Vojenská akademie, 2000. 175s. ISBN 80-85960-16-8*.

LANE, Timothy, *Financing commodities markets* [online] 2012. [cit. 2012-12-27] Dostupné z WWW: <http://www.bis.org/review/r120926b.pdf>.

- LÉBL, Miroslav. *Technická analýza* [Online]. Citováno z <http://www.miras.cz/akcie/akciove-analyzy-technicka.php>. [cit. 2015-11-11].
- LIŠKA, Václav. *Doctorandus: (přívodce budoucích Ph. D.)*. Professional Publishing, 2005.
- London Metal Exchange. [Online]. Citováno z <http://www.lme.com/>. [cit. 2015-11-10].
- MARKETS.COM. [Online]. Citováno z <http://www.markets.com/cz/education/technical-analysis/what-is-technical-analysis.html>. [cit. 2015-11-10].
- Markets.com. [Online]. Citováno z <http://www.metalcentrum.cz/clanek/med>. [cit. 2015-11-10].
- MARKOWITZ, Harry M. *Portfolio selection: efficient diversification of investments*. Yale university press, 1968.
- MASTERS, Michael W.; WHITE, Adam K. The accidental Hunt brothers: How institutional investors are driving up food and energy prices. *The Accidental Hunt Brothers Blog, special report posted July, 2008, 31: 2009*.
- MELOUN, Milan; MILITKÝ, Jiří; KOČMÍDOVÁ, Helena. *Statistické zpracování experimentálních dat*. Plus, 1994.
- MIELCOVÁ Elena, STOKLASOVÁ Radmila a RAMÍK Jaroslav. *Statistické programy* [Online]. Citováno z <http://mdg.vsb.cz/wiki/public/Excel4.pdf>. [cit. 2016-02-03].
- MINER, Gary; NISBET, Robert; ELDER IV, John. *Handbook of statistical analysis and data mining applications*. Academic Press, 2009.
- MONGARS, Philippe, et al. Commodities: an asset class in their own right?. *Bank of France Financial Stability Review*, 2006, 9: 31-38.
- MORRIS, Mike; KAPLINSKY, Raphael; KAPLAN, David. “One thing leads to another”—Commodities, linkages and industrial development. *Resources Policy*, 2012, 37.4: 408-416.
- MUSÍLEK, Petr. *Trhy cenných papírů. 2., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Ekopress, 2011, 520 s. ISBN 978-80-86929-70-5, 2011.*



- OECD 2013. Monthly Monetary and Financial Statistics (MEI). [Online]. Cited from <http://data.worldbank.org/data-catalog/global-economic-monitor>. [cit. 2015-07-05].
- PHILLIPS, Peter CB; YU, Jun. Dating the timeline of financial bubbles during the subprime crisis. *Quantitative Economics*, 2011, 2.3: 455-491.
- PIESSE, Jenifer; THIRTLE, Colin. Three bubbles and a panic: An explanatory review of recent food commodity price events. *Food policy*, 2009, 34.2: 119-129.
- PIRRONG, Craig. Stochastic fundamental volatility, speculation, and commodity storage. *Speculation, and Commodity Storage (October 17, 2008)*, 2008.
- POWER, Gabriel J.; TURVEY, Calum G. Long-range dependence in the volatility of commodity futures prices: Wavelet-based evidence. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 2010, 389.1: 79-90.
- REJNUŠ, Oldřich. *Finanční trhy. 4., aktualiz. a rozš. vyd. Praha: Grada, 2014, 760 s. Partners*. ISBN 978-80-247-3671-6.
- REJNUŠ, Oldřich; SMOLÍK, Kamil. Commodity Markets Financialization and its Impact on the World Economy. *European Financial Systems*, 2013.
- S & P DOW JONES INDICES. 2015. S & P GSCI® Methodology. [Online]. Citováno z <http://us.spindices.com/indices/commodities/sp-gsci>. [cit. 2015-08-12].
- SARGENT, Thomas J. Commodity price expectations and the interest rate. *The Quarterly Journal of Economics*, 1969, 127-140.
- SEKARAN, U.; BOUGIE, R. Research methods for business : a skill building approach. 5. vydání. Chichester, West Sussex : John Wiley & Sons Ltd., 2009. 467 s. ISBN 978-0-470-74479-6.
- SHARPE, William F. Capital asset prices: A theory of market equilibrium under conditions of risk. *The journal of finance*, 1964, 19.3: 425-442.
- SHIPMAN, Mark. *Komodity: Jak investovat a vydělat*. Computer Press, 2007.
- SINGLETON, Kenneth J. Investor flows and the 2008 boom/bust in oil prices. *Management Science*, 2013, 60.2: 300-318.

SMOLÍK, Kamil, et al. How Macroeconomic Factors Influence the Commodity Market in the Financialization Period: The Case of S & P GSCI Commodity Index. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2015, 62.6: 1417-1425.

SMOLÍK, Kamil; REJNUŠ, Oldřich. Soudobé vývojové tendence na komoditních trzích. *Scientific papers of the University of Pardubice*, 2014, 107.

STARITZ, Cornelia. *Financial markets and the commodity price boom: Causes and implications for developing countries*. Working Paper, Austrian Foundation for Development Research (ÖFSE), 2012.

STOLL, Hans R.; WHALEY, Robert E. Commodity index investing and commodity futures prices. *Journal of Applied Finance (Formerly Financial Practice and Education)*, 2010, 20.1.

TANG, Ke; XIONG, Wei. Vindex Investment and Financialization of Commodities V. *NBER Working Paper w16385*, 2010.

TILL, Hilary. A long-term perspective on commodity futures returns. *EDHEC Risk and Asset Management Research Center, EDHEC Business School*, 2006.

TREGLER, Karel. *Oceňování akciových trhů – metody měření správnosti ocenění*. Nakladatelství CH Beck, 2005.

TURČINEK, Petr. Analýza světové těžby a spotřeby hliníku a chrómu. Kunovice, 2010. Bakalářská práce. Evropský polytechnický institut, s.r.o. Vedoucí práce RNDr. Lubomír MITÁČEK. Dostupné z: [http://edice.vos.cz/files/pdf/679\\_bc\\_final.pdf](http://edice.vos.cz/files/pdf/679_bc_final.pdf) .

TWALA, Bhekisipho. Multiple classifier application to credit risk assessment. *Expert Systems with Applications*, 2010, 37.4: 3326-3336.

U.S. COMMODITY FUTURES TRADING COMMISSION. [Online]. Citováno z <http://www.cftc.gov/MarketReports/CommitmentsofTraders/index.htm>. [cit. 2014-02-11].

UNCTAD, *Price Formation in Financialized Commodity Markets: The Role of Information*, New York and Geneva, June 2011.

UNCTAD, *Trade and Development Report 2009*, New York and Geneva, 7 September 2009.

USGS. Mineral Commodity Summaries 2007 [Online]. Citováno z <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2007/mcs2007.pdf>. [cit. 2015-06-04].

USGS. Mineral Commodity Summaries 2014 [Online]. Citováno z <http://minerals.usgs.gov/minerals/pubs/mcs/2014/mcs2014.pdf>. [cit. 2015-06-05].

VESELÁ, Jitka. *Investování na kapitálových trzích*. Wolters Kluwer Česká republika, 2011.

WBMS World Bureau of Metal Statistics [Online]. Citováno z <http://www.world-bureau.com/>. [cit. 2015-10-10].

Zincore Metals. [Online]. Citováno z <http://www.zincoremals.com/en/whyZinc/whyZinc.php>. [cit. 2015-12-10].

## **Seznam obrázků**

Obrázek 1 Konvergence spotových a futures cen komodit. ....	11
Obrázek 2 Proces obchodu s komoditami prostřednictvím indexů. ....	27
Obrázek 3 Futures kontrakty obchodované na LME. ....	36
Obrázek 4 Schématické znázornění postupu řešení disertační práce. ....	55

## Seznam tabulek

Tabulka 1 Členění účastníků komoditního trhu dle CFTC .....	13
Tabulka 2 Průměrný měsíční výnos a volatilita jednotlivých sektorů investičních aktiv. .....	32
Tabulka 3 Specifikace futures kontraktů na LME. ....	35
Tabulka 4 Složení indexu LMEX platné k 12.10.2015. ....	37
Tabulka 5 Hliník - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014. ....	39
Tabulka 6 Hliník - top 5 producentů v roce 2011. ....	39
Tabulka 7 Měď - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014. ....	40
Tabulka 8 Měď - top 5 producentů v roce 2010. ....	41
Tabulka 9 Olovo - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014. ....	41
Tabulka 10 Olovo - top 5 producentů v roce 2012. ....	42
Tabulka 11 Nikl - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014. ....	43
Tabulka 12 Nikl - top 5 producentů v roce 2011. ....	43
Tabulka 13 Cín - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014. ....	44
Tabulka 14 Cín - top 5 producentů v roce 2010. ....	44
Tabulka 15 Zinek - světová produkce, spotřeba a spotové ceny v letech 2004 až 2014. ....	45
Tabulka 16 Zinek - top 5 producentů v roce 2010. ....	45
Tabulka 17 Zkratky kurzů 3m futures kontraktů analyzovaných průmyslových kovů. ....	49
Tabulka 18 Zkratky základních fundamentálních faktorů analyzovaných průmyslových kovů. ....	50
Tabulka 19 Zkratky pro stav zásob průmyslových kovů evidovaných na LME. ....	51
Tabulka 20 Zkratky makroekonomických determinantů. ....	54
Tabulka 21 Korelace mezi reálnou cenou průmyslových kovů a jejich produkcí, spotřebou, zásobami a ukazatelem SUR. ....	67
Tabulka 22 Korelační matice analyzovaných makroekonomických determinantů (měsíční data, 1/2000 – 3/2015). ....	91
Tabulka 23 Hliník - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů. ....	93
Tabulka 24 Měď - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů. ....	97
Tabulka 25 Olovo - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů. ....	101
Tabulka 26 Nikl - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů. ....	105
Tabulka 27 Cín - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů. ....	109
Tabulka 28 Zinek - významnost jednotlivých makroekonomických determinantů. ....	113

Tabulka 29 Korelační matice kurzů 3m futures kontraktů průmyslových kovů (měsíční data, 12/1998 až 3/2015).....	117
Tabulka 30 Průmyslové kovy - základní statistické ukazatele (měsíční data, 12/1998 až 3/2015).....	117
Tabulka 31 Hliník - grafická syntéza výsledků.....	127
Tabulka 32 Měď - grafická syntéza výsledků.....	131
Tabulka 33 Olovo - grafická syntéza výsledků.....	135
Tabulka 34 Nikl - grafická syntéza výsledků.....	139
Tabulka 35 Cín - grafická syntéza výsledků.....	143
Tabulka 36 Zinek - grafická syntéza výsledků.....	147
Tabulka 37 Měď kompozitní indikátor - významnost jednotlivých vstupních proměnných.....	153
Tabulka 38 Měď kompozitní indikátor - přesnost modelu v celém sledovaném období i dílčích časových úsecích.....	155
Tabulka 39 Cín kompozitní indikátor - významnost jednotlivých vstupních proměnných.....	157
Tabulka 40 Cín kompozitní indikátor - přesnost modelu v celém sledovaném období i dílčích časových úsecích.....	160

## Seznam grafů

Graf 1 Derivátové transakce na světových komoditních burzách. ....	26
Graf 2 Aktiva spravovaná Index Swapy a Exchanged Traded Products. ....	29
Graf 3 Korelace výnosů S&P 500 a S&P GSCI. ....	30
Graf 4 Vývoje hodnoty aktiv spravovaných CTA. ....	31
Graf 5 Komparace historické výnosnosti jednotlivých sektorů investičních aktiv. ....	32
Graf 6 Korelace výnosů mezi jednotlivými komoditními indexy a akciovým indexem. ....	33
Graf 7 Korelace výnosů mezi jednotlivými komoditními indexy a dluhopisovým indexem. ....	34
Graf 8 Přímka kapitálového trhu. ....	63
Graf 9 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou hliníku v USD/mt (roční data, 1998 – 2014). ....	68
Graf 10 Indikátor správnosti ocenění trhu s hliníkem na bázi ukazatele SUR (2000-2014). ....	69
Graf 11 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou mědi v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 – Q1/2015). ....	70
Graf 12 Indikátor správnosti ocenění trhu s mědí na bázi ukazatele SUR (Q4/2001-Q1/2015). ....	70
Graf 13 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou v USD/mt olova (roční data, 1998 – 2014). ....	72
Graf 14 Indikátor správnosti ocenění trhu s olovem na bázi ukazatele SUR (2000 - 2014). ....	72
Graf 15 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou v USD/mt niklu (roční data, 1998 – 2014). ....	74
Graf 16 Indikátor správnosti ocenění trhu s niklem na bázi ukazatele SUR (2000 - 2014). ....	74
Graf 17 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou cínu v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 – Q1/2015). ....	76
Graf 18 Indikátor správnosti ocenění trhu s cínem na bázi ukazatele SUR (čtvrtletní data, Q4/2001 - Q1/2015). ....	76
Graf 19 Vztah mezi SUR v % a reálnou cenou zinku v USD/mt (roční data, 1998 – 2014). ....	78

Graf 20 Indikátor správnosti ocenění trhu se zinkem na bázi ukazatele SUR (2000 - 2014).	78
Graf 21 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou hliníku v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).	80
Graf 22 Indikátor správnosti ocenění trhu s hliníkem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).	81
Graf 23 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou mědi v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).	82
Graf 24 Indikátor správnosti ocenění trhu s mědí na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).	82
Graf 25 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou olova v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).	83
Graf 26 Indikátor správnosti ocenění trhu s olovem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).	84
Graf 27 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou niklu v USD/mt (měsíční data, 5/2006 – 3/2015).	85
Graf 28 Indikátor správnosti ocenění trhu s niklem na bázi LME zásob (měsíční data, 5/2008 – 3/2015).	85
Graf 29 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou cínu v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).	86
Graf 30 Indikátor správnosti ocenění trhu s cínem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).	87
Graf 31 Vztah mezi LME zásobami v tunách a reálnou cenou zinku v USD/mt (měsíční data, 1/2002 – 3/2015).	88
Graf 32 Indikátor správnosti ocenění trhu se zinkem na bázi LME zásob (měsíční data, 1/2004 – 3/2015).	88
Graf 33 Hliník - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.	92
Graf 34 Hliník - příklad stromu v použitém modelu.	93
Graf 35 Hliník - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).	94
Graf 36 Hliník - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).	95
Graf 37 Měď - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.	96
Graf 38 Měď - příklad stromu v použitém modelu.	96



Graf 39 Měď - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	98
Graf 40 Měď - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	99
Graf 41 Olovo - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.....	100
Graf 42 Olovo - příklad stromu v použitém modelu.....	100
Graf 43 Olovo - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	102
Graf 44 Olovo - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	103
Graf 45 Nikl - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.....	104
Graf 46 Nikl - příklad stromu v použitém modelu.....	104
Graf 47 Nikl - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	106
Graf 48 Nikl - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	107
Graf 49 Cín - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.....	108
Graf 50 Cín - příklad stromu v použitém modelu.....	108
Graf 51 Cín - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	110
Graf 52 Cín - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	111
Graf 53 Zinek - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů.....	112
Graf 54 Zinek - příklad stromu v použitém modelu.....	112
Graf 55 Zinek - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	114
Graf 56 Zinek - reziduální hodnoty v USD/mt (měsíční data, 1/2000 až 3/2015).....	115
Graf 57 Historická výnosnost průmyslových kovů při počáteční investici 100\$ (měsíční frekvence, 12/1998 až 3/2015).....	116
Graf 58 Hliník - riziko vs. výnos.....	119
Graf 59 Hliník ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.....	120
Graf 60 Měď - riziko vs. výnos.....	120
Graf 61 Měď ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.....	121
Graf 62 Olovo - riziko vs. výnos.....	121
Graf 63 Olovo ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.....	122
Graf 64 Nikl - riziko vs. výnos.....	122
Graf 65 Nikl ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění.....	123
Graf 66 Cín - riziko vs. výnos.....	123

Graf 67 Cín ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění. ....	124
Graf 68 Zinek - riziko vs. výnos. ....	124
Graf 69 Zinek ex-post CAPM indikátor správnosti ocenění. ....	125
Graf 70 Měď kompozitní indikátor - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů. ....	151
Graf 71 Měď kompozitní indikátor - příklad stromu v použitém modelu. ....	152
Graf 72 Měď kompozitní indikátor - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015). ....	154
Graf 73 Měď kompozitní indikátor - reziduální hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015). ....	155
Graf 74 Cín kompozitní indikátor - sekvence kalkulace modelu, optimální počet stromů. ....	156
Graf 75 Cín kompozitní indikátor - příklad stromu v použitém modelu. ....	157
Graf 76 Cín kompozitní indikátor - dosažené vs. predikované hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015). ....	158
Graf 77 Cín kompozitní indikátor - reziduální hodnoty v USD/mt (čtvrtletní data, Q1/2000 až Q1/2015). ....	159

## **Přílohy**

### **Příloha č. 1 Přehled publikační činnosti**

#### **Články v recenzovaném časopise zahrnutém do databáze SCOPUS:**

SMOLÍK, K.; KARAS, M.; REJNUŠ, O. How Macroeconomic Factors Influence the Commodity Market in the Financialization Period: The Case of S & P GSCI Commodity Index. *Acta Universitatis Agriculturae et Silviculturae Mendelianae Brunensis*, 2014, roč. 62, č. 6, s. 1417-1425. ISSN: 1211- 8516.

SMOLÍK, K.; REJNUŠ, O. Soudobé vývojové tendence na komoditních trzích. *Sborník vědeckých prací University Pardubice*, 2014, roč. 20, č. 30, s. 107-118. ISSN: 1211-555X.

#### **Článek v recenzovaném časopise ze seznamu RVVaI:**

SMOLÍK, K.; KARAS, M.; BOČEK, A. Soudobé integrační tendence finančních a komoditních trhů. *TRENDY EKONOMIKY A MANAGEMENTU*, 2013, roč. 7, č. 16, s. 1-9. ISSN: 1802- 8527.

#### **Články v recenzovaném sborníku z konference zahrnutém do databáze Thomson Reuters:**

REJNUŠ, O.; SMOLÍK, K. Commodity Markets Financialization and its Impact on the World Economy. In *European Financial Systems 2013. Proceedings of the 10th International Scientific Conference*. Brno: Masaryk University, 2013. s. 272-278. ISBN: 978-80-210-6294- 8.

SMOLÍK, K.; REJNUŠ, O. Macroeconomic factors and commodity price volatility. In *Proceedings of the 11th International Scientific Conference*. Lednice: Masarykova Univerzita, 2014. s. 550-556. ISBN: 978-80-210-7153- 7.

#### **Článek v zahraničním recenzovaném časopise:**

REJNUŠ, O.; SMOLÍK, K. Commodity markets financialization and its impact on the world economy. *US- China Law Review*, 2014, roč. 11, č. 7, s. 911-920. ISSN: 1548-6605.

#### **Příspěvek ve sborníku z mezinárodních/tuzemských konferencí**

SMOLÍK, K. Commodities and Traditional Asset Classes. In *Contemporary Problems of Economics, Business and Management: Theory and Practice*. 2013. s. 216-221. ISBN: 978-5-7526-0597- 0.

BOČEK, A.; SMOLÍK, K. Advantages and Disadvantages of Various Types of Commodity Investment Products. In *Contemporary Problems of Economics, Business and Management: Theory and Practice*. 2013. s. 171-175. ISBN: 978-5-7526-0597- 0.

SMOLÍK, K.; SRNA, M. *Výnos českých státních dluhopisů v inflačním prostředí*. Hradec Králové: GAUDEAMUS, Univerzita Hradec Králové, 2012. s. 271-274. ISBN: 978-80-7435-185- 3.

SMOLÍK, K.; SRNA, M. *Riziko a výnos jako indikátor správnosti ocenění Dow Jones AIG Commodity Indexu*. Hradec Králové: GAUDEAMUS, Univerzita Hradec Králové, 2012. s. 266-270. ISBN: 978-80-7435-185- 3.

SMOLÍK, K.; SRNA, M. *Capital asset pricing model and chosen modifications*. Zlín: Tomas Bata University in Zlín, 2012. s. 1-10. ISBN: 978-80-7454-013- 4.

BOČEK, A.; SMOLÍK, K. Investování do komoditních aktiv prostřednictvím Exchange Traded Funds. In *Mezinárodní workshop doktorandských prací*. Brno: 2012. ISBN: 978-80-214-4632- 8.

SMOLÍK, K.; SRNA, M. Indexy volatility jakožto nástroj investičního rozhodování. In *Mezinárodní workshop doktorandských prací*. Brno: Fakulta podnikatelská, 2011. s. 1-6. ISBN: 978-80-214-4348- 8.

SMOLÍK, K.; SRNA, M. Komparace vybraných komoditních indexů a jejich výkonnosti. In *Sborník příspěvků z XI. mezinárodní konference IMEA 2011*. Liberec: Technická univerzita v Liberci, 2011. s. 321-326. ISBN: 978-80-7372-720- 8.

SMOLÍK, K.; SRNA, M. Analýza otevřených podílových fondů se zaměřením na dynamické a konzervativní fondy významných investičních společností působících v České republice. In *Sborník příspěvků Mezinárodní Masarykovy konference pro doktorandy a mladé vědecké pracovníky 2011*. 2011. s. 2039-2048. ISBN: 978-80-904877-7- 2.

SRNA, M.; SMOLÍK, K. Analýza vývoje objemů uzavřených kontraktů na světových komoditních burzách. In *International workshop for PhD students*. 2010. ISBN: 978-80-214-4194- 1.

## **Příloha č. 2 Údaje o vědecké a pedagogické činnosti**

### **1. Seznam vyučovaných předmětů:**

Finanční trhy

Cenné papíry a burzy

### **2. Seznam spoluřešených projektů:**

Rozvoj poznatků ke zdokonalování informační podpory ekonomického řízení podniku, zahájení: 01.01.2011, ukončení: 31.12.2011.

Efektivní ekonomické řízení podniku s ohledem na vývoj globálních trhů, zahájení: 01.01.2012, ukončení: 31.12.2012.

Mikroekonomické a makroekonomické principy a jejich působení na chování firem., zahájení: 01.01.2013, ukončení: 31.12.2014.

## **Příloha č. 3 Strukturovaný životopis**

### **Osobní údaje**

**Datum narození:** 01. 02. 1986  
**Adresa:** Ochoz u Brna 184, Ochoz u Brna, 664 02, Česká republika  
**Telefon:** +420 724 565 543  
**Email:** kamilsmolik1@gmail.com

### **Pracovní zkušenosti**

2016 – současnost      Lear Corporation Czech Republic, s.r.o.; Tovární 735/10,  
682 01, Vyškov, Česká republika  
Financial Analyst, BP&A Analyst of European T&C  
divisions

2014 – 2016              Lear Corporation Czech Republic, s.r.o.; Tovární 735/10,  
682 01, Vyškov, Česká republika  
Financial Analyst, CapEx specialist

2010 – 2014              EUROFORM Group s.r.o.; Velká nad Veličkou 990, 696 74,  
Česká republika  
Financial Analyst and Cost Manager

2008 – 2010              ABB s.r.o.; Olomoucká 3419/7, Brno, 618 00, Czech  
Republic  
Administrativní pracovník – příprava projektové  
dokumentace

### **Vzdělání**

2010 – současnost      Doktorské studium  
Vysoké Učení Technické v Brně, Fakulta podnikatelská  
Studijní obor: Podnikové finance

2013                      Zahraniční studium – program ERASMUS, 2/2013 – 6/2013  
FH Joanneum, University of Applied Sciences, Austria  
Studijní obor: Průmyslový management

2008 – 2010              Magisterské studium  
Vysoké Učení Technické v Brně, Fakulta podnikatelská  
Studijní obor: Řízení a ekonomika podniku

2005 – 2008              Bakalářské studium  
Vysoké Učení Technické v Brně, Fakulta podnikatelská  
Studijní obor: Daňové poradenství

2001 – 2005              Gymnázium, Brno, třída Kapitána Jaroše 14, Česká republika

## **Jazykové znalosti**

Anglický jazyk:	Velmi pokročilý
Německý jazyk:	Mírně pokročilý
Ruský jazyk:	Začátečník

## **Další schopnosti a zkušenosti**

PC znalosti: MS Word, MS Excel, MS PowerPoint, MS Outlook, SAP, Money S3, STATISTICA 10, Minitab

Řidičský průkaz skupiny B

## **Zájmy**

Sport, Fitness, Cestování, Literatura

## **Ostatní**

Organizační schopnosti, Schopnost týmové spolupráce; Pozitivní přístup k učení se novým věcem

Podpora v oblasti ekonomických analýz právního centra Právni.rady.eu.

Vedoucí projektů zabývajících se oblastí Continuous Improvement.