

**ČESKÁ ZEMĚDĚLSKÁ UNIVERZITA V PRAZE**  
**PROVOZNĚ EKONOMICKÁ FAKULTA**

Cenový vývoj vybraných zemědělských komodit  
Případová studie: Kukuřice, pšenice a sójové boby

---

disertační práce

Autor: Ing. Karel Malec  
Školitel: doc. Ing. Mansoor Maitah, Ph.D. et Ph.D., katedra ekonomiky

Praha 2016

## **Poděkování**

Tímto bych chtěl zde poděkovat svému školiteli a vedoucímu práce, kterým je pan doc. Ing. Mansoor Maitah, Ph.D. et Ph.D. za jeho pomoc a cenné rady při psaní této práce. Zároveň bych rád poděkoval svým blízkým za jejich podporu.

Cenový vývoj vybraných zemědělských komodit  
Případová studie: Kukuřice, pšenice a sójové boby

Price Development of Agricultural Commodities  
Case Study of: Corn, Wheat and Soybeans

## Obsah

1	Úvod.....	4
2	Cíl a metodika práce .....	6
2.1	Cíle práce .....	6
2.2	Metodika práce.....	7
3	Teoretická východiska .....	21
3.1	Komodity.....	21
3.2	Futures.....	22
3.2.1	Specifikace kontraktu .....	23
3.3	Obchody s futures .....	26
3.3.1	Long a Short pozice .....	27
3.4	Průběh ceny.....	28
3.5	Možnosti odhadu budoucích cen.....	29
3.5.1	Fundamentální analýza .....	29
3.5.2	Technická analýza.....	30
3.6	Komoditní spready .....	34
3.7	Likvidita .....	36
3.7.1	Likvidita sledovaných trhů .....	36
3.8	Volatilita.....	41
3.8.1	Dopady cenové volatility .....	41
3.8.2	Redukce volatility pomocí kalendářních spreadů.....	44
3.8.3	Vývoj elektronického obchodování na světových trzích.....	47
4	Empirická část.....	51
4.1	Kukuřice.....	52
4.1.1	Fundamentální faktory působící na trh s kukuřicí .....	54
4.1.2	Nabídka .....	54
4.1.2.1	Produkce .....	54
4.1.2.2	Výnosnost.....	57
4.1.2.3	Export .....	59
4.1.2.4	Náklady a dotace .....	60

4.1.2.5	Počasí.....	60
4.1.3	Poptávka.....	62
4.1.3.1	Největší spotřebitelé .....	62
4.1.3.2	Vývoj cen na světových trzích .....	65
4.1.3.3	Shrnutí fundamentální analýzy.....	74
4.1.4	Volatilita .....	74
4.1.4.1	Modelování volatilitity .....	82
4.1.5	Likvidita.....	97
4.2	Pšenice.....	101
4.2.1	Fundamentální faktory působící na trh s pšenicí .....	103
4.2.1.1	Nabídka.....	103
4.2.1.2	Produkce .....	103
4.2.1.3	Výnosnost .....	105
4.2.1.4	Export .....	107
4.2.1.5	Produkce pšenice v EU.....	107
4.2.2	Poptávka.....	110
4.2.2.1	Spotřeba .....	110
4.2.2.2	Import .....	110
4.2.3	Cenový vývoj trhu pšenice .....	111
4.2.3.1	Stock to Use Ratio .....	116
4.2.4	Volatilita .....	117
4.2.4.1	Modelování volatilitity trhu pšenice .....	119
4.2.5	Likvidita.....	131
4.3	Sójové boby.....	133
4.3.1	Fundamentální analýza trhu sójových bobů .....	136
4.3.1.1	Produkce .....	136
4.3.1.2	Výnos na hektar .....	139

4.3.1.3	Export .....	140
4.3.2	Poptávka.....	141
4.3.2.1	Zpracovatelé a spotřebitelé.....	141
4.3.2.2	Import .....	141
4.3.3	Analýza cenového vývoje.....	142
4.3.3.1	Stock-to-use ratio.....	144
4.3.4	Volatilita .....	145
4.3.4.1	Modelování volatility .....	150
4.3.4.2	Volatilita dle období.....	157
4.3.5	Likvidita.....	161
5	Závěr .....	164
6	Zdroje.....	174
7	Seznam tabulek .....	182
8	Seznam grafů .....	184

# 1 Úvod

Komoditní trhy a jejich vývoj se významně promítá do každodenního života lidí. Nicméně dopady kolísání cen se mohou lišit dle vyspělosti té dané ekonomiky, kdy tyto dopady jsou o to výraznější, čím větší podíl celkových příjmů domácnosti dané země vydávají za základní komodity, tedy především jídlo a energie. Zároveň platí, že komoditní trhy obecně patří k těm více volatilním, které citlivě reagují na informace s nimi související. Dále je nutno vzít v potaz fakt, že většina komodit je rovněž strategického charakteru, a tudíž mají i svou roli z hlediska politiky daných států.

Tato disertační práce se zabývá analýzou světových trhů pšenice, kukuřice a sójových bobů. Tyto komodity představují jedny z nejdůležitějších zemědělských komodit na světě, a to jak z hlediska jejich rozšíření (geograficky), užití, tak i množství produkce. Trh zemědělských komodit (jak je ukázáno dále) je ovlivněn mnoha faktory a je velice obtížné jej predikovat. Nicméně identifikace daných faktorů může pomoci determinovat výrazné změny v trhu s určitým předstihem. Trh zemědělských komodit je mimo jiné ovlivněn vývojem cen energií (zejména ropy), hnojiv, nejistotou spojenou s predikcí počasí a v posledních dekáдах i s rozvíjející se „zelenou“ politikou a rostoucí produkcí biopaliv. Z provedených analýz vyplývá, že trhy komodit mají z dlouhodobého pohledu tendenci korelovat, nicméně při bližším zkoumání se ukazuje, že krátkodobé odchylky mohou být velmi významné. Zkoumání volatility sledovaných trhů je jednou z klíčových částí této práce.

Praktická část je z velké části založena na datech chicagské burzy CBOT (Chicago Board of Trade), která spadá do skupiny CME pro futures kontrakty kukuřice, pšenice a sójových bobů. U výše uvedených komodit je hodnocen jejich cenový vývoj v průběhu sledovaného období let 1995 – 2015, fundamenty, které ovlivňují vybrané trhy, vývoj ukazatelů volatility a likvidity. Pozornost je věnována rovněž specifikům samotných futures kontraktů na jejichž cenách se analýzy zakládají. Krom výše uvedené CME byly jako zdroje dat užity databáze ministerstva zemědělství Spojených států Amerických (USDA), organizace pro výživu a zemědělství (FAO), Světové banky a Univerzity z Illinois (farmdoc).

Praktická část práce je rozdělena do 3 podkapitol, které jsou věnovány jednotlivým sledovaným komoditám. Výše uvedené komodity byly vybrány jednak pro to, že se jedná o komodity, které poskytují dostatek likvidity tak, aby jich bylo možné užít k obchodování, či hedgování pozic v trhu, tak zároveň proto, že se jedná o důležité a strategické suroviny světového zemědělství. Ačkoliv kukuřice, pšenice a sójové boby spadají na CBOT do stejné subkategorie (zemědělské komodity, zrniny a olejniny) a vývoj jejich cen značně koreluje, tak byly shledány i významné odlišnosti vyplývající s charakteristik jednotlivých sledovaných aktiv. Tyto odlišnosti pak mohou do značné míry ovlivnit obchodování jejich futures kontraktů.



## 2 Cíl a metodika práce

### 2.1 Cíle práce

Hlavním cílem práce je přinést komplexní pohled na vývoj cen a cenovou volatilitu vybraných komodit. Z tohoto důvodu jsou stanovené dílčí cíle, který by měly vést k naplnění cíle hlavního. Vybrané komodity jsou kukuřice, pšenice a sójové boby a ceny jejich futures kontraktů obchodovaných na burzách CME (ceny jsou odvozené metodou rolování u kontraktů nejbližších expirací) v letech 1995 - 2015. Vybrané komodity reprezentují základní a jedny z nejvíce obchodovaných zemědělských komodit na světových burzách (bráno dle množství uskutečněných obchodů). Zároveň je pro tyto plodiny typické široké geografické rozšíření (v různých varietách) a široké uplatnění co do zpracování.

Cílem práce je na základě provedených analýz postihnout hlavní vlivy, které působí na vývoj cen vybraných komodit a rovněž na jejich volatilitu. Na základě užitých dat a provedených analýz pak bude volatilita modelována a hodnocena v průběhu jednotlivých let a pro konkrétní dané futures kontrakty, kde jsou vybrané komodity podkladovými aktivy.

Dílčí cíle vedoucí k naplnění cíle hlavního jsou:

- Podrobné seznámení se s odbornou literaturou a zmapování současného stavu poznání.
- Na základě fundamentální analýzy determinovat hlavní fundamentální faktory, které působí na poptávkovou a nabídkovou stranu sledovaných komodit.
- Za užití poznatků z fundamentální analýzy, rozborů reportů a intermarket analýzy zhodnotit cenový vývoj sledovaných komodit v období let 1995 – 2015.
- Najít optimální nástroje pro postižení, hodnocení, modelování a predikci volatility cen vybraných komodit.
- Za užití vybraných nástrojů zhodnotit cenové fluktuace vybraných komodit ve sledovaném období a zasadit toto kolísání do kontextu informací plynoucích z předchozích analýz (fundamentální a intermarket).
- Determinovat, která období v letech 1995 - 2015 byla nejvíce volatilní. Jedná se o indefikaci v řádu let, měsíců a následnou aplikaci na jednotlivé kontrakty pro dané expirační měsíce.

- Hodnocení průběhu likvidity v kontextu fundamentálních faktorů ovlivňující trh a historického cenového vývoje a jejich volatility.
- Vyhodnotit, zda existuje vztah mezi likviditou a jednotlivými kontrakty (členěno dle expiračních měsíců).
- Zhodnocení dosažených výsledků

Dále byly stanoveny následující výzkumné otázky:

- Jaký vliv mají sklizně významných světových producentů (měřeno dle podílu na světové produkci, viz kapitolu 4) na volatilitu trhu a futures kontraktů expirujících v měsících, které navazují na měsíce sklizňové?
- Existuje vztah mezi likviditou a volatilitou trhu u jednotlivých kontraktních měsících futures kontraktů?
- Jsou likvidita a volatilita v průběhu roku konstantní, nebo podléhají sezónním vlivům?

## 2.2 Metodika práce

Pro zpracování potřebných analýz bylo užito dat z databází Světové banky (World Bank), Ministerstva zemědělství USA (USDA), Organizace pro výživu a zemědělství (FAO), dat Statistického úřadu Evropské unie (EUROSTAT), denních dat pro ceny sledovaných komodit obchodovaných na burze v Chicagu (CBOT) spadající pod skupinu CME a dat Americké informační energetické agentury (EIA).

Při zpracování denních zavíracích (close) cen bylo užito metody tzv. rolování (z anglického roll-over), kdy se sledovaná finanční časová řada skládá z cen pro kontrakt, který je nejbližší expiraci, a to až do předem určené doby, která expiraci předchází. V tomto případě tato doba byla stanovena na 14 dní před first notice day (den, kdy burza upozorní účastníky trhu na blížící se expiraci držných kontraktů, zpravidla 14 dní před ukončením obchodování kontraktu), pak byly do sledování zahrnuty ceny kontraktů pro další expirační měsíc. Takto získané časové řady by měly poskytovat dostatek informací o vývoji cen a likvidity trhu v čase. Pro trhy kukuřice a pšenice časové řady obsahovaly 5285 pozorování a trh sójových bobů pak 5829 (zde byly hodnoty upraveny tak, aby bylo možné provést srovnání v čase).

Ke zpracování dat bylo užito následujícího softwaru a platform: Seasonalgo, XL Analyzer, EViews, Gecko Track'n Trade, MS Excel, Stata a Gretl.

Tato práce navazuje na předchozí publikaci autora, kde se zabýval využitím komoditních kalendářních spreadů pro kontrakty kukuřice, sójových bobů a pšenice, jakožto aktivní složky portfolia pro investora s limitovaným účtem. Výše uvedené komodity, resp. jejich kontrakty se ukázaly na základě testování různých strategií jako vhodné pro zahrnutí do portfolia. Volatilita jejich cen je nižší a zároveň jsou nižší i požadované marže pro jejich obchodování.

Z testování daných strategií vyplynulo, že vykazuje-li trh vyšší volatilitu, roste i riziko toho, že se nepodaří exektovat pozice za požadovanou cenu. Tento fakt má negativní dopad především na drobné investory a producenty, kteří si hedgují své pozice v trhu.

Práce se zaměřuje na nástroje k identifikaci volatility v trhu a její možnou predikci. Dále jsou zkoumány hlavní fundamentální vlivy, které na pohyby cen působí.

Data budou založena na denních zavíracích cenách komoditní burzy v Chicagu (dnes obchodovaná zejména elektronicky skrze platformu Globex). Dále pak na databázích USDA, případně FAO (Food and Agriculture Organization of the United Nations), tato data budou užita především k identifikaci fundamentů, jako je např. velikost sklizně a další události, u kterých se předpokládá jejich přímý dopad a působení na komoditní trhy.

Komoditní burza v Chicagu byla zvolena proto, že je jednou z největších na světě a u vybraných komodit poskytuje nejvyšší obrat futures kontraktů. Je tedy, z tohoto pohledu, burzou nejvýznamnější, a nabízí tak dostatek dat i likvidity pro ověřování a testování daných metod a strategií. Kromě denních zavíracích cen jsou tak k dispozici i údaje o denních maximech, minimech a množství zobchodovaných a držných pozic pro dané dny. Časové řady jsou k dispozici s více než dvacetiletou historií. Zde je třeba ale uvést, že s rozvojem elektronického obchodování se mění i struktura dat, zejména co se likvidity týká.

Každá ze sledovaných komodit je hodnocena nejdříve za užití fundamentální analýzy, která má za cíl determinovat hlavní faktory působící na daný trh. Tyto faktory jsou rozděleny, dle pole působení, na faktory ovlivňující stranu nabídky a poptávky.

Poptávková strana je vymezena geograficky – tedy, kde se daná komodita pěstuje a jaké státy jsou největšími producenty, dále je sledován vývoj oseté plochy, celkové produkce a výnosu na hektar v čase tak, aby bylo možné determinovat případné trendy. Ty jsou pak vyjádřeny za pomoci trendových funkcí a základních popisných statistik.

Lineární regrese

$$Y' = b_{yx}X + a_{yx}$$

kde:

$$b_{yx} = r_{xy} \frac{\sigma_y}{\sigma_x} = \frac{N \sum XY - (\sum X \sum Y)}{N \sum X^2 - (\sum X)^2}$$

$$a_{yx} = \bar{Y} - b_{yx}\bar{X}$$

Dále je užito koeficientu determinace, který vypovídá o informační schopnosti modelu.

Koeficient determinace

$$R^2 = \frac{SSR}{SST} = \frac{\sum(\hat{y}_i - \bar{y})^2}{\sum(y_i - \bar{y})^2}$$

kde:

SSR = Suma čtverců odchylek

SST = Součet čtverců rozdílu mezi pozorovanou hodnotou a průměrem souboru

Dále je hodnocen export u největších producentů (hodnoceno dle objemu produkce za sledované období). Tento fundament pak dotváří obraz, jak významně daný stát ovlivňuje světovou nabídku a ceny sledované komodity.

Z dalších významných fundamentů jsou sledovány zemědělské a produkční politiky působící na agrární sektor v daných státech, a rovněž vývoj technologií s tím související.

Dále je užito indexů jižní oscilace (SOI z anglického Southern Oscillation Index) pro determinaci vlivu počasí na sklizně ve sledovaných letech. Tato metodika vychází z obdobných šetření provedených Světovou bankou (WB, 2015)

Jedním z významných fundamentů, který je obtížné postihnout, je vliv počasí na produkci zemědělských komodit. Tato práce užívá indexu pro hodnocení jevu El Niño a La Niña. Předpokládanou intenzitu jevu El Niño a La Niña lze měřit pomocí Southern Oscillation Indexu (S.O.I.), který vydává odbor meteorologie Australské vlády. Index je počítán jako poměr měsíčního tlaku v Darwinu a na Tahiti, dle následujícího vztahu:

$$SOI = 10 * \frac{[Pdiff - Pdiffav]}{SD_{Pdiff}}$$

Kde:

$P_{diff}$  = (průměr tlaku u hladiny moře na Tahiti za daný měsíc) - (průměr tlaku u hladiny moře v Darwinu za daný měsíc),

$P_{diffav}$  = dlouhodobý průměr  $P_{diff}$

$SD_{P_{diff}}$  = směrodatná odchylka hodnoty  $P_{diff}$  (BOM, 2015).

Dále je na straně nabídky pozornost zaměřena na zemědělské politiky a rozvoj technologií a jejich vliv na produktivitu. Zde se jedná o faktory kvalitativního charakteru a je obtížné kvantifikovat jejich impakt.

Následuje analýza strany nabídky s důrazem na identifikaci největších spotřebitelů (státy dle objemu spotřeby sledované komodity) a největších dovozců. Po identifikaci hlavních fundamentů působících na straně nabídky a poptávky je analyzován vývoj historických cen v letech 1995 – 2015. K popisu nejvýraznějších cenových pohybů za sledované období bylo užito reportů University of Illinois (farmdoc), Světové banky, ministerstva zemědělství Spojených států amerických (USDA), skupiny CME a komise pro obchodování cenných papírů (U. S. Commodity Futures Trading Commission – CTFC). Identifikace významných cenových trendů a jejich zasazení do kontextu vývoje světových trhů a makroekonomických událostí pak přispívá k hlubšímu vhledu do dané problematiky a lepšímu uchopení souvztažností fungujících pro sledované trhy. Pro výše zmíněný účel je pak ještě provedena intermarket analýza.

Intermarket analýza se zabývá hledáním vztahů, které ovlivňují vývoj trhů mezi sebou. Je provedena intermarket analýza jak mezi trhy sledovaných komodit, tak mezi ostatními druhy komodit zastoupenými komoditními indexy, tak i mezi finančními trhy, které zastupuje akciový index Standard and Poors 500 (S&P500).

Dále je věnována pozornost rostoucí peněžní zásobě. V tomto případě vyjádřené měnovými agregáty M1 a M2 pro americký dolar. Ten je vybrán z toho důvodu, že se jedná o měnu, v níž je na nejvýznamnějších světových komoditních trzích obchodováno. Zároveň vybrané měnové agregáty by měly umožňovat lepší srovnání než data pro měření hladiny spotřebních cen, které jednak podléhají ekonomickému cyklu, a jednak jsou ovlivněny i metodikou výpočtu. Zde je pak rovněž užito regresních funkcí k popisu vývoje, identifikaci trendu a možné krátkodobé predikci.

Na ceny mimo jiné působí i nepřímo sklížeň a spotřeba z minulých let, které se promítají do světových zásob. Pro hodnocení vlivu stavu světových zásob sledovaných komodit bude užito ukazatele stock to use ratio. Jedná se o poměr mezi konečnou zásobou a spotřebou v daném roce. Tento ukazatel pak může být vyjádřen jako:

$$\text{Ending stock / Usage ratio} = \frac{BS + TP - TC}{C}$$

neboli,

$$\text{Stock to use ratio} = \frac{ES}{C}$$

Kde:

*BS* je hodnotou zásob na počátku sledovaného období

*TP* je hodnotou celkové produkce pro sledované období

*TC*, případně *C*, je hodnotou celkové spotřeby za sledované období

*ES* značí hodnotu ukazatele Ending stock, neboli konečné zásoby

Tento ukazatel tedy indikuje procento zásob vzhledem ke spotřebě pro daný rok. Jedná se tedy o schopnost zásob pokrýt nezměněnou spotřebu nadcházejícího roku.

Po analýze cenového vývoje a hlavních fundamentů, které na ceny působí, je přistoupeno k analýzám volatility a likvidity. Pro hodnocení volatility neboli kolísání cen, existuje vícero přístupů, přičemž každý má své klady i zápory. Hledání a ověřování nástrojů a analýz vhodných k využití pro zlepšení pozice na trhu samotných zemědělců (producentů), pro které je komoditní burza primárně určena, je úzce s volatilitou v trhu spjata.

Nejjednodušším nástrojem, který lze užít k určení volatility, je rozdíl mezi dosaženou maximální a minimální hodnotou za sledované období. De facto se tak jedná o variační rozpětí.

Které lze definovat jako:

$$R = X_{max} - X_{min}$$

Kde  $X_{max}$  je maximální dosaženou hodnotou pro sledované období a  $X_{min}$  pak hodnotou minimální

Variační rozpětí poskytuje informaci o variabilitě souboru, ale není jej možné užít k širšímu popisu změn a očekávání volatility (Hindls, 2007).

Statistika užívá spíše míry variability, které se váží ke všem hodnotám souboru. Rozptyl pak měří variabilitu všech hodnot od aritmetického průměru, resp. se jedná o průměr čtverců odchylek od aritmetického průměru.

$$\sigma_x^2 = \frac{\sum_{i=1}^n (X_i - \bar{X})^2}{n}$$

Protože rozptyl vyjadřuje kvadratickou odchylku, bývá těžší jej interpretovat. Z toho důvodu se užívá jeho odmocniny – směrodatné odchylky. Tak pak může být vyjádřena jako (Hindls, 2007):

$$\sigma_x = \sqrt{\sigma_x^2}$$

K určení volatility u finančních časových řad je možné použít historické výnosy (historical returns). Jedná se vlastně o řetězový index změn v cenách pro stanovené time-frame.

Tento ukazatel volatility je de facto procentní změna v close. Lze jej zapsat jako:

$$HV = \frac{P_t}{P_{t-1}} - 1$$

Kde  $P_t$  je cenou v čase  $t$  a  $P_{t-1}$  cenou v čase  $t-1$

Alternativně tento vztah lze vyjádřit pomocí logaritmů jako:

$$HV = \ln P_t - \ln P_{t-1}$$

Kde  $P_t$  je cenou v čase  $t$  a  $P_{t-1}$  cenou v čase  $t-1$

Variační rozpětí a historické výnosy skýtají výhodu ve své jednoduchosti a rychlém zobrazení volatility. U obou užitých indikátorů ale platí, že je obtížné užít je ke srovnání volatility více časových řad mezi sebou. Další komplikací je pak vlastní nastavení hranice, kdy se dá mluvit o velké variabilitě souboru. Historické výnosy jsou dány do kontextu s vývojem závěrečných denních cen pro vybrané komodity za sledované období.

Pro získání informace o síle volatility je možno užít ukazatele Average True Range (ATR). Tento ukazatel je využíván při analýzách pracujících s hranicemi podpory (support) a rezistence (resistance) pro identifikaci změny trendu.

True Range, které je základem tohoto ukazatele, je pak nejvyšší z dosažených hodnot:

- Rozdíl mezi nejvyšší a nejnižší dosaženou cenou za sledované období. To odpovídá užití variačního rozpětí.
- Rozdíl mezi minulou zavírací cenou a současnou nejvyšší dosaženou cenou.
- Rozdíl mezi minulou zavírací cenou a nejnižší dosaženou cenou pro aktuálně sledované období.

True Range tedy bude hodnotou odpovídající této rovnici:

$$TR = \max[(high - low), \text{abs}(high - \text{close}_{t-1}), \text{abs}(low - \text{close}_{t-1})]$$

Kde: High = nejvyšší dosažená cena

Close = zavírací cena pro sledované období

Low = nejnižší dosažená cena pro sledované období.

Z této hodnoty (True Range) pak lze dovést hodnotu pro Volatility Index (VI), který lze vyjádřit jako:

$$VI_t = \frac{VI_{t-1} \times (n - 1) + TR_t}{n}$$

Kde n = perioda pro výpočet VI (pro denní ceny autor tohoto indexu, J. W. Wilder, jr. doporučuje hodnotu 14).

Average True Range (ATR) pak lze vyjádřit jako:

$$ATR = \frac{1}{n} \sum_{i=1}^n TR$$

Z těchto hodnot pak lze počítat indexy pro aktuální sledované období dle následujícího vzorce (Wilder, 1978).

$$ATR_t = \frac{ATR_{t-1} \times (n - 1) + TR_t}{n}$$

Kde n = zvolené období pro výpočet

Výsledná hodnota ATR bude ovlivněna tím, jaká je skutečná cena podkladového aktiva. Vzhledem k výše uvedenému je tedy obtížné užití ATR coby nástroj pro srovnání volatility na jednotlivých trzích. Rovněž nastavení optimální hodnoty pro výpočet „n“ může být obtížným. Ukazatel ATR je tak rovněž testován ve vztahu k cenovému vývoji podkladového aktiva (close ceny futures kontraktů na CBOT). Hodnoty ATR představují de facto klouzavý průměr hodnot



TR a dochází tak „vyhlazení“ křivky, které je závislé právě na hodnotě periody výpočtu  $n$ . Čím vyšší je tato hodnota, tím hladší průběh má křivka ATR, ale zároveň s hodnotou  $n$  roste i zpoždění pro sledovanou časovou řadu. V práci je pracováno s hodnotou  $=14$ , což odpovídá 14 obchodním dnům, a zároveň je to autory indikátoru doporučovaná hodnota pro denní ceny (Wilder, 1978).

Další možností, jak kvantifikovat a postihnout volatilitu v trhu, je tzv. ukazatel historické volatility (HVOL). Ten je založen na následujících vztazích.

Změna ceny pro stanovené time-frame (časový rámeček, kterým je zobrazováno dění v trhu a změny cen).

$$LOGS_i = LOG\left(\frac{P_i}{P_{i-1}}\right)$$

kde

$P_i$ : je aktuální cenou

$P_{i-1}$ : je cenou pro minulé období

Dále je určen logaritmus pro danou časovou periodu na základě vztahu:

$$T_{logs} = \sum_{i=1}^n (LOGS_i)$$

kde

$T_{logs}$ : Součet logaritmovaných cen pro dané time-frame.

$S$ : součet všech udaných algoritmů.

$LOGS_i$ : Změna logaritmovaných cen během periody  $i$ .

$n$ : Počet period během definovaného time-frame.

Následuje výpočet průměru logaritmů:

$$ALOGS = T_{logs}/n$$

$ALOGS$ : Průměr logaritmů

Následuje součet čtverců odchylek pro jednotlivé logaritmy od jejich průměru dle následujícího vztahu:

$$SSD = \sum_{i=1}^n (LOGS_i - ALOGS)^2$$

*SSD*: Součet čtverců odchylek

*S*: Suma všech čtverců pro *n* diferencí.

Historická volatilita je pak počítána jako:

$$HV = \sqrt{\frac{SSD}{n-1}} * \sqrt{TP}$$

kde:

*TP*: Definovaný počet obchodních period během roku (Gecko SW, 2015)

Z výše uvedeného vyplývá, že ukazatel historické volatility HVOL je založen de facto na procentuální odchylce, kde základem jsou historické výnosy. Skutečnost, že se jedná o míru relativní, pak implikuje asi největší výhodu tohoto ukazatele, neboť je možné jej užít pro srovnání volatility více časových řad, a to za předpokladu, že se jedná o data na bázi stejného time-frame, a že je užito stejné periody pro výpočet. Ta má v této práci hodnotu 14 stejně jako v případě ATR.

Ukazatel HVOL(14) je pak testován v kontextu určení variability zavíracích cen a dále je porovnána jeho vypovídající schopnost s ukazatelem ATR(14). Za užití indikátoru HVOL(14) a denních zavíracích cen pro období 1996 – 2015 jsou identifikovány největší cenové výkyvy s ohledem na kontext předtím provedené fundamentální analýzy. V tomto případě bylo třeba stanovit hranici, od které se dá volatilita považovat za zvýšenou. Z grafické analýzy byla tato hodnota stanovena na 40 %. Nicméně zde při testování vyvstal problém příliš širokého sledovaného rámce a zároveň de facto subjektivního stanovení hranice zvýšené volatility. Proto byly hodnocené časové řady rozděleny na sledovaná pětiletá období (1996 – 2000, 2001 – 2005, 2006 – 2010, 2011 – 2015), kde pak pro každé období byla stanovena hranice volatility jako průměr hodnot HVOL(14) pro analyzovanou periodu. Tento postup nabízí exaktnější výsledky, ale lze jej užít pouze při ex post analýze.

Výše uvedené postupy, které se vážou na hodnocení volatility, je možné užít k zachycení zvýšené volatility v trhu a implementovat tak užité indikátory např. do obchodní strategie. U real-time dat je ale třeba brát v potaz zpoždění odvíjející se od zvolené periody pro výpočet (v případě této práce, *kdy*  $n = 14$ , se jedná o zpoždění 14 obchodních dnů na burzách skupiny CME). Dále, jak bylo uvedeno, je možné těchto indikátorů užít pro hodnocení volatility na historických datech. Bohužel není možné těchto ukazatelů užít k modelování volatility a její případné predikci.

V aplikované ekonometrii je zřejmě nejčastěji využívaným modelem metoda nejmenších čtverců. Ta ale pracuje s předpokladem homoskedasticity dat, tedy že čtverce odchylek jsou v libovolném bodě stejné (Bollerslev et al., 1994). V praxi se lze často setkat s typem dat, která nemají rozptyl konstantní. Mezi taková data patří finanční časové řady. Engle (2001) pak uvádí, že při užití metody nejmenších čtverců pro taková data je prvním varováním, že koeficient regrese  $R^2$  zůstává stále nestranným, ale standardizovaná chyba a intervaly spolehlivosti jsou příliš „těsné“, a dávají tak chybnou informaci o vypovídající schopnosti modelu.

Pro modelování a predikci volatility časových řad se v aplikované ekonometrii užívá modelů, které se zakládají na modelování podmíněné heteroskedasticity. Tyto modely nacházejí uplatnění ve finanční ekonometrii při modelování finančních časových řad, kdy modely lineárního charakteru nejsou vhodné z důvodů nedodržení všech předpokladů pro získání nejlepšího, nestranného a konzistentního modelu. U finančních časových řad je častým jevem, že nemají normální rozdělení. Časté jsou „těžké“ konce a větší špičatost. Dále je typické střídání období větších výkyvů (velká rezidua jsou následována velkými rezidui) a nižší volatility (nízké hodnoty reziduí se rovněž shlukují). Tato skutečnost má za následek shluky (clusters) volatility. Dále bývá přítomen tzv. „pákový efekt“ (leverage – s finanční pákou souvisí vzdáleně; působení tohoto jevu je věnována pozornost níže), kdy pozitivní a negativní informace v trhu působí asymetricky, tedy s rozdílnou intenzitou (Hušek, 2007).

První práce týkající se modelování volatility vznikly v 50. letech 20. století. Její využití se uplatňuje např. v modelech oceňování aktiv a risk managementu. Jak bylo uvedeno výše, existuje vícero způsobů, jak na volatilitu nahlížet, a jak ji měřit. Jedním z často užívaných způsobů je užití rozptylu, případně směrodatné odchylky na historických výnosech. Tento postup sice umožňuje identifikovat větší variabilitu v datech, ale z hlediska risk managementu

je hůře uchopitelný, neboť historické výnosy nemívají nezávislé normální rozdělení (Mills, 2015).

Zahrnutí nezávislé proměnné, která by vysvětlovala shlukování volatility a eliminovala nežádoucí heteroskedasticitu v datech, je komplikované z důvodu velkého množství faktorů, které se ovlivňují navzájem (Enders, 2014). Tuto skutečnost řeší ARCH modely (Engle, 1982), které odhadují střední hodnotu a rozptyl sledované řady.

Model ARCH(1) lze zapsat jako

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2$$

Forma ARCH( $p$ ) modelu může být vyjádřena jako:

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \alpha_p Y_{t-p}^2$$

Kde  $p$  je řádem zpoždění,  $\alpha_0 > 0$ ;  $\alpha_1, \dots, \alpha_p \geq 0$

Jedná se tedy o jednoduchou kvadratickou funkci zpožděných hodnot  $Y_t$ . Podmíněný rozptyl  $\sigma_t^2$  bývá rovněž značen  $h_t$ . Výše uvedený vztah může pak být zobecněn na:

$$h_t = h(Y_{t-1}, Y_{t-2}, \dots, Y_{t-p}^\alpha)$$

V tomto případě se jedná o model, který je založený na jedné zpožděné hodnotě a který neposkytuje informaci o stavu závislé proměnné  $Y_t$  v lineárně regresním modelu.

Pro modely ARCH platí, že je komplikované správně určit hodnotu zpoždění „ $p$ “. Další vlastností modelu pak je, že nerozlišuje asymetrii vlivu informací na volatilitu. Negativní informace mají obecně větší dopad, nežli ty pozitivní (Hušek, 2009).

Model ARCH byl tedy rozšířen o možnost užití zpožděné hodnoty podmíněného rozptylu. Volatilita je tak závislá na svých předchozích hodnotách. Touto metodou je metoda GARCH (Generalized Autoregressive Conditional Heteroscedasticity) nabízející uspokojivé výstupy při modelování podmíněné volatility.

Model GARCH(1,1) (Bollerslev, 1986) má pak tvar:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

Kde  $\alpha_0 > 0$ ;  $\alpha_1$  a  $\beta_1 \geq 0$  a zároveň platí, že je-li  $\alpha_0 + \beta_1 < 0$ , jedná se o slabě stacionární proces.

Podmíněný rozptyl modelu GARCH(p,q) má tvar:

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 Y_{t-1}^2 + \alpha_2 Y_{t-2}^2 + \dots + \alpha_p Y_{t-p}^2 + \beta_1 h_{t-1} + \beta_2 h_{t-2} + \dots + \beta_q h_{t-q}$$

Kde  $p > 0$ ;  $q \geq 0$ ;  $\alpha_0 > 0$ ;  $\alpha_i \geq 0$  pro  $i=1; 2 \dots p$ ;  $\beta_i \geq 0$  pro  $i=1; 2 \dots q$

Pro zohlednění tzv. pákového efektu, který souvisí s asymetrickým dopadem pozitivních a negativních informací na finanční trhy, lze užít modelů EGARCH a TARARCH. Ty de facto přidávají jako vysvětlující proměnnou dummy proměnných, které reagují na změnu v trhu.

Je-li informace pozitivního charakteru a ceny dosahují vyšší hodnoty (tento předpoklad platí primárně pro makroekonomická data a časové řady akciových trhů) hodnota dummy proměnných je 0, a reverzně, je-li informace negativní a ceny klesnou, hodnota dummy proměnných nabývá hodnoty 1.

TARARCH (Threshold GARCH) může pak být vyjádřen jako :

$$h_t = \alpha_0 + \alpha_1 \varepsilon_{t-1} + \lambda_1 d_{t-1} \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 h_{t-1}$$

Kde  $\varepsilon_t = v_t \sqrt{h_t}$  a  $\varepsilon_{t+1}$  je očekávaná volatilita a  $d_{t-1}$  značí dummy proměnných (Glosten, Jagannathan, and Runkle, 1994)

EGARCH (Exponential-GARCH) je další modifikací řady modelů podmíněné heteroskedasticity. Jeho výhodou je, že nezachovává předpoklad nezápornosti odhadovaných parametrů. Model užitý Nelsonem (1991):

$$\ln(h_{t-1}) = \alpha_0 + \alpha_1 (\varepsilon_{t-1}/h_{t-1}^{0,5}) + \lambda_1 |\varepsilon_{t-1}/h_{t-1}^{0,5}| + \beta_1 \ln(h_{t-1})$$

Je zřejmé, že v tomto případě má odhad rozptylu logaritmicky-lineární podobu. Problém nastává při užití tohoto modelu k odhadu budoucích hodnot. Pro tento účel se jeví jako vhodnější model TARARCH (Enders, 2015).

U všech uvedených forem modelů podmíněné heteroskedasticity byly rovněž testovány hodnoty zpoždění. K výběru nejvhodnější formy modelu a optimálního zpoždění bylo mimo jiné užito hodnocení hodnot Akaikova a Schwarzova kritérií, které de facto poskytují informaci o tom, který z testovaných modelů zachovává nejvíce informaci.

Pro verifikaci modelu je třeba testovat data na přítomnost heteroskedasticity a autokorelace reziduí. Za tímto účelem bude proveden ARCH test užívající Lagrangeových multiplikátorů – ARCH LM test, kde pro chybu  $u_t^2$  je užito lineárně regresního modelu a zpožděných hodnot.

$$u_{t-1}^2; u_{t-2}^2; \dots u_{t-q}^2$$

Samotný model pak bude mít tvar:

$$u_t^2 = \alpha_0 + \sum_{i=1}^q \alpha_i u_{t-i}^2 + \varepsilon_t$$

Nulová hypotéza předpokládá konstantní podmíněný rozptyl, kdy  $H_0: \alpha_i = 0$  pro  $i = 1.. q$ .

Na základě vybraného modelu byly provedeny predikce, a to jak statickým, tak dynamickým odhadem. Dále výsledky aplikace zvolených modelů jsou srovnány s ostatními postupy užitými pro identifikaci volatility ve sledovaných časových řadách.

Na základě výsledků testovaných indikátorů a metod bylo přistoupeno k hodnocení volatility v modelu na podkladě aplikace dalších kritérií. Nejprve bylo hodnoceno, které roky patřily k více volatilním pro denní závěrečné ceny futures kontraktů obchodovaných na CBOT jednotlivých komodit. Za účelem stanovení, které roky byly více volatilní, byl sledován počet dní, po které je překonávána hranice průměru. V tomto případě byl průměr stanoven jako průměr pro daný obchodní rok. Délka periody zhruba odpovídá délce obchodního roku. Pro to, aby byla zachována kontinuita sledovaných dat, začíná perioda výpočtu již na datech pro HVOL(14) v roce 1994. Následně byla sestavena dummy proměnných pro případy, kdy hodnota HVOL(14) překročila průměr pro daný rok alespoň o 25 % – nabývá hodnota dummy proměnných hodnoty (1). V tomto případě tak volatilita překonává svůj dlouhodobý průměr. Pro hodnoty, kdy je hodnota HVOL(14) nižší než 1,25 svého ročního průměru, nabývá hodnota v dummy proměnných (0). Počet dní zvýšené volatility je pak právě součtem na základě dummy proměnných pro jednotlivé roky.

Analogicky k výše uvedenému postupu byly identifikovány jednotlivé kalendářní měsíce, které v souhrnu vykazovaly vyšší volatilitu za sledované období let 1995 – 2015. Výsledky tohoto postupu byly dále užity pro výpočet volatilitu pro expirační měsíce dané komodity tak, aby bylo možné determinovat spojitost s měsíci sklizní významných producentů, identifikovaných na základě fundamentální analýzy. Zde byly počítány průměry ukazatele HVOL(14) za období let 2006 – 2015 individuálně pro hodnoty zavíracích denních cen futures kontraktů obchodovaných na CBOT pro zvolené komodity. Tento postup tak nepracuje s cenou nejbližší expirujícího kontraktu (až do 14 dní před expirací) a s následným rolováním, ale s cenou daných kontraktů za celý průběh obchodování konkrétního futures kontraktu. Zde je třeba uvést, že délka životnosti jednotlivých kontraktů se liší řádově i v měsících. Životnost pak osciluje okolo hodnoty dvou let, kdy další významnou skutečností je fakt, že z počátku svého obchodování mívají komoditní futures kontrakty velmi nízkou až nulovou likviditu. Získané výsledky byly vyhodnoceny a opětovně shrnuty pomocí průměru pro jednotlivé kontraktní měsíce.

Dále byla hodnocena likvidita a její vliv na volatilitu trhu a vývoj sledovaných cen. Při hodnocení likvidity bylo nutné provést transformaci dat, kdy na přelomu let 1997 a 1998 došlo ke změně metodiky hodnocení počtu provedených obchodů od udávání hodnot v tisících bušlů k udávání v počtu zobchodovaných kontraktů.

Dále bylo k hodnocení vývoje likvidity trhu užito ukazatele Open Interest (OI), který udává počet otevřených a držených pozic k daném okamžiku.

Výsledky jsou uvedeny odděleně v jednotlivých kapitolách a zároveň jsou shrnuty v závěrečné kapitole č. 5.

## 3 Teoretická východiska

### 3.1 Komodity

Existuje mnoho definic a výkladů slova „komodita“ (či anglického commodity), ať už přesně vymezených např. Sbírnka federálních regulací USA (CFR - Code of Federal Regulation) v USA §1.3 (e), který přesně specifikuje, co se komoditou rozumí, buď pro účely obchodování termínovaných kontraktů, kde tyto komodity představují podkladové aktivum, nebo obecnější povahy, kdy se pojem komodita užívá pro jakoukoliv ocenitelnou položku. CFR jako komodity přesně stanoví konkrétně: bavlnu, rýži, kukuřici, oves, žito, ječmen, lněné semínko, čirok, máslo, vejce, brambory, vlnu, tuky a oleje, arašídý, sójové boby, sójové maso, masnou produkci a produkty odvozené, mražený a koncentrovaný pomerančový džus, a všechno ostatní zboží vyjma cibule, dále pak další služby, práva a účasti s budoucím doručením (ECFR, 2015). Obchodování futures cibule je v USA zakázáno od roku 1958 a rozhodnutí kongresu se váže k aféře z roku 1955, kdy Sam Siegel a Vincent Kosuga rozsáhle manipulovali trhem s cibulí v Chicagu právě prostřednictvím otevřením krátkých pozic, a poté zaplavením trhu cibulí (CFTC, 1960).

Dále existuje mnoho širokých definic, kdy je komoditou např. rozuměno vše hmotné i nehmotné povahy určené k obchodu s plněním v budoucnosti (Sandor, 2012).

Pro účel této práce jsou pak podstatné ty komodity, které představují podkladová aktiva pro kontrakty (deriváty) obchodované na CBOT. Tyto komodity jsou děleny do skupin následujícím způsobem: zemědělské produkty (Agriculture), energie (Energy) a kovy (Metals). Zemědělské produkty jsou pak dále rozčleněny na zrniny a obiloviny (Grains and oilseeds), hospodářská zvířata (Livestocks), mléčné produkty (Dairy), dřevo (Forests), a tzv. Softs, která zahrnuje kakao, kávu, cukr a bavlnu (CME, 2015). V praktické části práce jsou analyzovány spready složené z futures kontraktů pro pšenici, sójové boby a kukuřici.

Tak, jak jsou jednotlivé komodity přesně definovány v CFR, tak jsou také přesně definovány jednotlivé kontrakty na CBOT. Je zde specifikováno množství, data, kdy se daný kontrakt začne a přestane obchodovat, datum plnění a v neposlední řadě i kvalita dodávky dané komodity. Fyzická povaha a u zemědělských komodit i omezení z pohledu trvanlivosti tvoří pak významný



rozdíl oproti obchodování jiných derivátů, kde jsou podkladovým aktivem kupříkladu akcie, či státní dluhopisy.

Obchodování futures kontraktů představuje jednu z hlavních cest pro stanovení reálné ceny podkladového aktiva. Vaněk a kolektiv (2006) odhadují, že cca 20 – 40 % světové zemědělské produkce v roce 2006 bylo zobchodováno prostřednictvím komoditních burz. Zároveň se s rozvojem trhů v jihovýchodní Asii dá předpokládat nárůst výše odhadovaného procenta během posledních let, viz Klotz a kol., (2014). V případě této práce se jedná o pšenici, sóju a kukuřici obchodované na Chicagské burze (CBOT). Tato burza je jednou z největších na světě, kde se zemědělské komodity obchodují (denní objem obchodů je v řádu jednotek milionů a stejně tak počet otevřených pozic (CME, 2014).

Ačkoliv na futures trzích nebyla dosud jasně rozklíčována role vysokofrekvenčních obchodníků (Lewis M., 2014), dá se očekávat analogická role s akciovými trhy (Bicchetti a Maystre, 2013). Ohledně vysokofrekvenčního obchodování existuje velká diskuze mezi odbornou veřejností, především ve Spojených státech. Roli vysokofrekvenčního obchodování nejen laické veřejnosti pomohl rozklíčovat především výše zmíněný finanční žurnalista a spisovatel literatury faktu Michael Lewis ve svých knihách. Vysokofrekvenční obchodníci využívají rychlosti datového toku elektronického obchodování tak, aby zachytili informace o burzovních příkazech dříve než samotná burza, a získali tak výhodu informačního náskoku o budoucích pohybech trhu (Jarrow a Protter, 2012). Celé situaci neprospívá ani fakt, že podstatná část burzovních institucí vychází vysokofrekvenčním obchodníkům vstříc, neboť z množství exekovaných příkazů vytvářejí část svého zisku. S rostoucí popularitou HFT (z anglického High Frequency Trading) rostou i objemy uskutečněných obchodů (Savani, 2007).

### **3.2 Futures**

Jedním z možných způsobů, jak obchodovat komodity, jsou již zmíněné futures kontrakty. Jedná se o finanční derivát, jehož cena je odvozena od podkladového aktiva. Futures spadají do kategorie tzv. termínovaných kontraktů, kdy k vypořádání daného obchodu dochází po předem dané době. Mezi další nejvíce rozšířené kontrakty pak patří ještě swapy a opce (Kislingerová, 2010). Ačkoliv finančních derivátů, a to i těch termínovaných, vzniká v posledních letech velké množství (Willems a Morbee, 2010), na burzách je možné obchodovat pouze ty, které jsou

danou burzou uznány, k čemuž se, jak již bylo uvedeno výše, váže standardizace kontraktu, tedy přesná a daná specifikace kontraktu. V případě futures se pak jedná o závazek kupujícího koupit dané množství (odpovídající kontraktu, viz níže) a pro kupujícího prodat v daném okamžiku v budoucnosti.

### 3.2.1 Specifikace kontraktu

Burza přesně specifikuje množství, kvalitu a podmínky dodání. V níže uvedeném příkladu pšenice (tabulka č. 2) na CBOT se jedná o dodání 5000 bušlů pšenice v dané kvalitě, což je cca 136 tun. Přepočít je přibližný proto, že bušl je objemová míra. Cena je pak udávána v centech za bušl. Dále jsou specifikovány časy, kdy probíhají obchodní seance. Minimální pohyb, tzv. 1 tick je nastaven na hodnotu 0,25 centu za bušl, tedy 12,5 dolaru na kontrakt ( $0,25 * 5000 = 1250$  centů = 12,5 dolaru). Dále jsou uvedeny symboly pro kontrakty obchodované prostřednictvím daných platforem a pro měsíce, ve kterých je daná komodita, v tomto případě pšenice, obchodována. U daných měsíců jsou vždy uvedeny velká písmena – symboly, které daný měsíc označují. Jejich souhrn je v tabulce č. 1

**Tabulka č. 1: Značení obchodních měsíců**

Měsíc	Kód
Leden	F
Únor	G
Březen	H
Duben	J
Květen	K
Červen	M
Červenec	N
Srpen	Q
Září	U
Říjen	V
Listopad	X
Prosinec	Z

Zdroj: CME, 2015

**Tabulka č. 2: Specifikace kontraktu pšenice na CBOT**

<b>Contract Unit</b>	5,000 bushels (~ 136 Metric Tons)
<b>Price Quotation</b>	Cents per bushel
<b>Trading Hours</b>	Sunday – Friday, 7:00 p.m. – 7:45 a.m. CT and Monday – Friday, 8:30 a.m. – 1:20 p.m. CT
<b>Minimum Price Fluctuation</b>	1/4 of one cent per bushel (\$12.50 per contract)
<b>Product Code</b>	CME Globex: ZW CME ClearPort: W Clearing: W TAS: ZWT
<b>Listed Contracts</b>	March (H), May (K), July (N), September (U) & December (Z)
<b>Settlement Method</b>	Deliverable
<b>Termination Of Trading</b>	The business day prior to the 15th calendar day of the contract month.
<b>Trade At Marker Or Trade At Settlement Rules</b>	Trading at settlement is available for first 3 listed futures contracts, nearby new-crop July contract (if not part of the first 3 outright), first to second month calendar spread, second to third month calendar spread, and nearest Jul-Dec OR Dec-Jul spread when available (when December is listed); and are subject to the existing TAS rules. The Last Trade Date for CBOT Grain and Oilseed TAS products will be the First Position Day (FPD) of the front-month contract (FPD is the second to last business day in the month prior to the nearby contract month).
	Trading in all CBOT Grain TAS products will be 19:00-07:45 and 08:30-13:15 Chicago time. All resting TAS orders at 07:45 will remain in the book for the 08:30 opening, unless cancelled.
	TAS products will trade a total of four ticks above and below the settlement price in ticks of the corresponding futures contract (0.0025), off of a "Base Price" of 0 to create a differential (plus or minus 4 ticks) versus settlement in the underlying product on a 1 to 1 basis. A trade done at the Base Price of 0 will correspond to a "traditional" TAS trade which will clear exactly at the final settlement price of the day.
<b>Settlement Procedures</b>	Wheat Settlement Procedures
<b>Position Limits</b>	CBOT Position Limits
<b>Exchange Rulebook</b>	CBOT 14
<b>Price Limit Or Circuit</b>	Price Limits
<b>Vendor Codes</b>	Quote Vendor Symbols Listing
<b>Last Delivery Date</b>	Second business day following the last trading day of the delivery month.
<b>Grade And Quality</b>	#2 Soft Red Winter at contract price, #1 Soft Red Winter at a 3 cent premium, other deliverable grades listed in Rule 14104.

Zdroj: CME, 2015

Kromě množství obchodované komodity a jejího ocenění jsou rovněž v přehledu uvedeny obchodní hodiny, kdy se daná komodita obchoduje. Zároveň jsou specifikovány podmínky pro obchodování kontraktu a dodání podkladového aktiva.

**Tabulka č. 3: Specifikace kontraktních měsíců**

<b>Contract Month</b>	<b>Product Code</b>	<b>First Trade Last Trade</b>	<b>Settlement</b>	<b>First Holding Last Holding</b>	<b>First Position Last Position</b>	<b>First Notice Last Notice</b>	<b>First Delivery Last Delivery</b>
Sep 2015	WU15	15 Jul 2013 14 Sep 2015	14 Sep 2015	26 Aug 2015 15 Sep 2015	28 Aug 2015 15 Sep 2015	31 Aug 2015 15 Sep 2015	01 Sep 2015 16 Sep 2015
Dec 2015	WZ15	15 Jul 2013 14 Dec 2015	14 Dec 2015	24 Nov 2015 15 Dec 2015	27 Nov 2015 15 Dec 2015	30 Nov 2015 15 Dec 2015	01 Dec 2015 16 Dec 2015
Mar 2016	WH16	15 Jul 2013 14 Mar 2016	14 Mar 2016	24 Feb 2016 15 Mar 2016	26 Feb 2016 15 Mar 2016	29 Feb 2016 15 Mar 2016	01 Mar 2016 16 Mar 2016
May 2016	WK16	15 Jul 2013 13 May 2016	13 May 2016	26 Apr 2016 16 May 2016	28 Apr 2016 16 May 2016	29 Apr 2016 16 May 2016	02 May 2016 17 May 2016
Jul 2016	WN16	15 Jul 2013 14 Jul 2016	14 Jul 2016	27 Jun 2016 15 Jul 2016	29 Jun 2016 15 Jul 2016	30 Jun 2016 15 Jul 2016	01 Jul 2016 18 Jul 2016
Sep 2016	WU16	15 Jul 2014 14 Sep 2016	14 Sep 2016	26 Aug 2016 15 Sep 2016	30 Aug 2016 15 Sep 2016	31 Aug 2016 15 Sep 2016	01 Sep 2016 16 Sep 2016
Dec 2016	WZ16	15 Jul 2014 14 Dec 2016	14 Dec 2016	25 Nov 2016 15 Dec 2016	29 Nov 2016 15 Dec 2016	30 Nov 2016 15 Dec 2016	01 Dec 2016 16 Dec 2016
Mar 2017	WH17	15 Jul 2014 14 Mar 2017	14 Mar 2017	23 Feb 2017 15 Mar 2017	27 Feb 2017 15 Mar 2017	28 Feb 2017 15 Mar 2017	01 Mar 2017 16 Mar 2017
May 2017	WK17	15 Jul 2014 12 May 2017	12 May 2017	25 Apr 2017 15 May 2017	27 Apr 2017 15 May 2017	28 Apr 2017 15 May 2017	01 May 2017 16 May 2017
Jul 2017	WN17	15 Jul 2014 14 Jul 2017	14 Jul 2017	27 Jun 2017 17 Jul 2017	29 Jun 2017 17 Jul 2017	30 Jun 2017 17 Jul 2017	03 Jul 2017 18 Jul 2017
Sep 2017	WU17	15 Jul 2015 14 Sep 2017	14 Sep 2017	28 Aug 2017 15 Sep 2017	30 Aug 2017 15 Sep 2017	31 Aug 2017 15 Sep 2017	01 Sep 2017 18 Sep 2017
Dec 2017	WZ17	15 Jul 2015 14 Dec 2017	14 Dec 2017	27 Nov 2017 15 Dec 2017	29 Nov 2017 15 Dec 2017	30 Nov 2017 15 Dec 2017	01 Dec 2017 18 Dec 2017
Mar 2018	WH18	15 Jul 2015 14 Mar 2018	14 Mar 2018	23 Feb 2018 15 Mar 2018	27 Feb 2018 15 Mar 2018	28 Feb 2018 15 Mar 2018	01 Mar 2018 16 Mar 2018
May 2018	WK18	15 Jul 2015 14 May 2018	14 May 2018	25 Apr 2018 15 May 2018	27 Apr 2018 15 May 2018	30 Apr 2018 15 May 2018	01 May 2018 16 May 2018
Jul 2018	WN18	15 Jul 2015 13 Jul 2018	13 Jul 2018	26 Jun 2018 16 Jul 2018	28 Jun 2018 16 Jul 2018	29 Jun 2018 16 Jul 2018	02 Jul 2018 17 Jul 2018

Zdroj: CME, 2015

V tabulce č. 3 jsou dále specifikovány jednotlivé kontraktní měsíce. Je patrné, že futures pšenice se na CBOT obchodují pouze pro kontrakty s expirací v březnu, květnu, červenci, září a prosinci. Označení daného kontraktu pak odpovídá měsíci a roku jeho expirace. V září 2015, kdy tento přehled byl pořízen z webu skupiny CME, bylo například možné obchodovat kontrakt pšenice s expirací v červenci 2018, to odpovídá bez dvou měsíců tři roky vzdálené budoucnosti. V daný okamžik (září 2015) ale tento kontrakt nebude mít příliš velkou likviditu (počet provedených obchodů), což jeho obchodovatelnost činí hůře proveditelnou. V přehledu jsou pak k nalezení data prvního a posledního obchodního dne pro daný kontrakt, dále pak datum vypořádání kontraktu (obvykle shodné s posledním obchodním dnem). First a Last holding dates značí data, kdy CME začne a přestane přijímat data o otevření dané pozice na trhu, dále pak First Position a Last Position date, kdy CME začne, resp. přestane vypořádávat kontrakty prostřednictvím svého clearingového centra. Pro obchodníky jsou poměrně významná data First a Last Notice Day (FND a LND). First Notice day nastává zhruba 14 dní před ukončením obchodování daného kontraktu a většina obchodníků, kteří na trhu pouze spekulují, uzavírá své pozice nejpozději k tomuto datu, neboť likvidita trhu pak začíná významně klesat (Smith, s. 27, 2000). LND pak bývá zpravidla předposledním dnem obchodování daného kontraktu.

### **3.3 Obchody s futures**

Obchodování s futures probíhá na k tomu určených komoditních burzách. Je samozřejmě možné obchodovat futures i mimo ně, např. v tzv. commodity pools velkých finančních institucí, ale platí, že burza zde vystupuje jakožto garant pro uskutečnění daného obchodu, čímž na sebe přebírá i část odpovědnosti a rizika (Rogers, 2007). Obchodování futures na burzách je možné pouze pro členy dané burzy, z toho důvodu většina malých a středních investorů (bráno dle velikosti obchodního účtu) vstupuje na burzu skrze prostředníky. Jedná se o tzv. brokery, či brokerské společnosti, kteří jsou členy burzy, a mohou tak na ní obchodovat. Ti pak za provizi zadávají dané příkazy na burzu (Murphy, 1999). S nástupem elektronického obchodování, jednak vzrostl objem provedených obchodů, a jednak se obchodování na burze stalo dostupnějším, a to i mimo daný stát, či kontinent, kde burza sídlí. Zároveň došlo k poklesu poplatků za zprostředkování prodeje či nákupu (CME, 2012).

Skrze členy burzy je tedy možné kupovat a de facto i prodávat kontrakty na danou komoditu.

### 3.3.1 Long a Short pozice

U nákupu futures kontraktu se fakticky jedná o koupi budoucího dodání dané komodity ve specifikované kvalitě a kvantitě za aktuální cenu. Pokud tedy obchodník koupí kontrakt pro podkladové aktivum, jehož cena v budoucnu vzroste, může realizovat zisk, tím, že kontrakt prodá před jeho expirací za aktuální vyšší cenu, nebo tím, že převezme podkladové aktivum, které má vyšší hodnotu. Zároveň ale na sebe bere i riziko toho, že cena podkladového aktiva po nákupu klesne a obchodník realizuje ztrátu. Situace, kdy daný subjekt kontrakt zakoupí, se nazývá dlouhá (Long) pozice na trhu.

Existuje možnost futures kontrakt prodat za aktuální cenu a spekulovat tak na její budoucí pokles. V tomto případě není nutné daný kontrakt předem vlastnit, neboť se jedná o závazek budoucího dodání. V takové situaci jsou pak dvě možnosti, jak danou pozici zlikvidovat. První je vyčkat do expirace kontraktu v otevřené pozici – je nazývána krátkou (Short) – a následně dodat podkladové aktivum v daném množství, kvalitě a termínu. Druhá možnost je otevřít pro ten samý kontrakt dlouhou pozici před expirací daného kontraktu. Tím se prakticky povinnosti spojené s držetím krátké pozice s pozicí dlouhou navzájem vyruší. Záleží pak, zda-li cena podkladového aktiva skutečně poklesla, a daný subjekt realizuje zisk, neboť prodal dražší, než později nakoupil, či nikoliv a realizuje ztrátu (Shipman, s. 19, 2007).

Vzhledem k rychlému nárůstu uskutečněných obchodů se v literatuře uvádí, že zhruba 97 % otevřených pozic je na komoditních trzích zlikvidováno před jejich expirací (CRB, 2013). Dá se říci, že se jedná o spekulaci na vývoj ceny bez úmyslu skutečně převzít nebo dodat podkladové aktivum. S touto skutečností úzce souvisí fakt, že běžně není zapotřebí disponovat celou částkou, kolik činí aktuální cena za daný kontrakt. Z toho je možno dovodit, že není tedy ani nutné za kontrakt ihned zaplatit celou částku. V praxi pak daná situace vypadá tak, že rozhodli se obchodník k nákupu kontraktu, zadá příkaz brokerovi, ten na účtu obchodníka u clearingového centra zablokuje část finančních prostředků – margin, tato částka je pak zablokována až do doby, kdy dojde k uzavření pozice. Každý den je pak na tento účet připsán zisk či ztráta, která se váže na danou pozici. Pokud by se obchodník dostal do ztráty pod stanovenou mez, bude vyzván (tzv. margin call), aby opět doplnil výši zablokovaných prostředků na požadovanou úroveň, jinak bude jeho pozice automaticky uzavřena se ztrátou. V případě, že se jedná o obchod, kdy nedojde k převzetí podkladového aktiva a pozice je zlikvidována před

expirací kontraktu, obchodník obdrží zpět částku navýšenou o případný zisk, či sniženou v případě ztráty. Pokud obchodník drží kontrakt až do doby expirace je povinen uhradit i zbytek ceny daného kontraktu (Polouček, s. 654, 2009).

Tím, že účastník trhu může disponovat až několikanásobně vyšším kapitálem, než je daná záloha (margin) de facto využívá výhod, ale i rizik spojených s pákovým efektem.

### 3.4 Průběh ceny

Na obrázku č. 1 je zobrazen průběh ceny pro denní time frame. Je vyznačena otevírací cena (Open), nejvyšší dosažená pro daný den (High), nejnižší dosažená pro sledované časové období (Low) a cena, na které trh uzavřel (Close). Zároveň je ve spodní části grafu znázorněn průběh likvidity (Volume) a otevřených pozic (Open Interest).

**Obrázek č. 1: Průběh ceny futures pšenice s expirací v září 2014 – W2014U**



Zdroj: Autor, za užití dat CME, 2015

Ve sledovaný den (17.7. 2014) trh otevřel na ceně 537,75 centu za bušl, maximální cena pro daný den byla 560 a minimální 531 centů za bušl a trhu uzavíral na hodnotě 550,50, což je více, než cena otevírací, a proto je úsečka OHLC označena zeleně. Toto zobrazení ceny se nazývá OHLC proto, že úsečka poskytuje informaci o otevírací (Open), nejvyšší dosažené (High), nejnižší dosažené (Low) a uzavírací (Close) hodnotě pro sledované období – time-frame. V tomto případě je time-frame jeden den.

Ve spodní části grafu jsou pak k dispozici informace o likviditě trhu. Ta činila 88501 uskutečněných obchodů a 201877 otevřených pozic pro daný den.

### **3.5 Možnosti odhadu budoucích cen**

Predikovat budoucí ceny na finančních trzích (komoditní trhy nevyjímaje) je oblast, která se těší širokému zájmu. K predikování cenového vývoje lze de facto využít dva základní přístupy a jejich případné modifikace, či kombinace. Jedná se o užití fundamentální a technické analýzy. Přičemž fundamentální analýza pracuje s informacemi převážně kvalitativního charakteru, zatímco technická analýza zahrnuje kvantitativní metody (statistickou a ekonometrickou analýzy), tak i grafickou analýzu cenových křivek.

#### **3.5.1 Fundamentální analýza**

Fundamentální analýza má své kořeny u hodnocení cen akcií na základě údajů z účetních výkazů. Smyslem bylo určit, zda-li aktuální tržní hodnota akcie dané firmy odpovídá její tzv. vnitřní hodnotě, tzn. takové hodnotě, kterou by měla mít na základě dosahovaných a očekávaných hospodářských výsledků sledovaného podniku. Pakliže tržní hodnota dané akcie neodpovídá její vnitřní hodnotě, může daný investor očekávat pokles, či růst její tržní ceny (v závislosti na vztahu vnitřní a vnitřní hodnoty akcie) a dle toho zaujmout v trhu odpovídající pozice (prodávat – short, či kupovat – long). Postupně se začaly testovat další fundamentální faktory, které mohou působit na vybrané trhy, či aktiva. Jedná se např. o makroekonomické ukazatele, vývoj finančních trhu a akciových indexů a podobně (Lev a Thiagarajan, 1993). Fundamentální analýza může být aplikována ex post, kdy se zpětně snaží identifikovat hlavní vlivy působící na cenový vývoj, či ex ante, kdy se na základě identifikovaných fundamentů



snaží predikovat budoucí hodnotu podkladového aktiva. V kombinaci kvalitativního přístupu, který statisticky hodnotí význam jednotlivých faktorů a fundamentální analýzy, která se snaží tyto faktory popsat, došel Curtis (2012) k závěru, že význam jednotlivých parametrů se mění dle sledovaného období, což komplikuje výslednou interpretaci a snižuje predikční schopnost na základě daných fundamentů. Dle Taleba (2011) je pak zpětné hodnocení nečekaných cenových šoků jednodušší ve světle dostupných informací. Naopak předvídaní těchto událostí je mimořádně obtížné (ne-li nemožné, autor je označuje za tzv. černé labutě), a nelze se tak jistit vůči konkrétním rizikům. Ukázkou fundamentální analýzy mohou být komentované časové řady cen sledovaných komodit v praktické části, které ze zakládají na syntéze analýz reportů různých vládních i nevládních informací. Ačkoliv je tedy komplikované predikovat budoucí vývoj pouze na základě vybraných fundamentů, tak jejich porozumění je důležité pro interpretaci proběhlých cenových výkyvů, a zároveň mohou sloužit jako podklad pro analýzu, která využívá obou přístupů, tzn. fundamentální i technické analýzy.

Sornete et al. (2009), a rovněž Kaufmann a Ulman (2009) dospěli k závěru, že predikční schopnost fundamentů narušují rostoucí podíl spekulací (spekulace je v jejich případě obchod, kdy účastník trhu nemá zájem o skutečné převzetí podkladového aktiva, k čemuž, dle autorů, přispívá i rostoucí počet investičních instrumentů a mimoburzovních trhů). U obou uvedených studií se jednalo o ceny ropy, které se dle autorů odchylovaly od hodnot, které by odpovídaly aplikaci teorie efektivních trhů a střetu nabídky s poptávkou.

V případě aplikace fundamentální analýzy na komodity jsou brány v potaz faktory, které ovlivňují jejich poptávku a nabídku. Tato práce se zaměřuje na zemědělské komodity a tak sem spadá i kupříkladu vliv počasí, světových zásob, očekávaných sklizní a v neposlední řadě politiky jednotlivých států (viz kapitola 4).

### **3.5.2 Technická analýza**

Stejně jako v případě fundamentální analýzy i u technické analýzy se jedná o pojem, který je sice hojně užíván, ale není pevně ukotven. Platí tak, že hranice mezi oběma přístupy nemusí být zcela zřetelná. A to zejména i proto, že k dosažení optimálních výsledků je přínosné oba přístupy kombinovat.

Technická analýza může být členěna na statistickou a ekonometrickou analýzu finančních časových řad a na analýzu grafu, která se snaží budoucí cenové pohyby predikovat na základě grafických formací. A opět je možné oba výše uvedené postupy kombinovat.

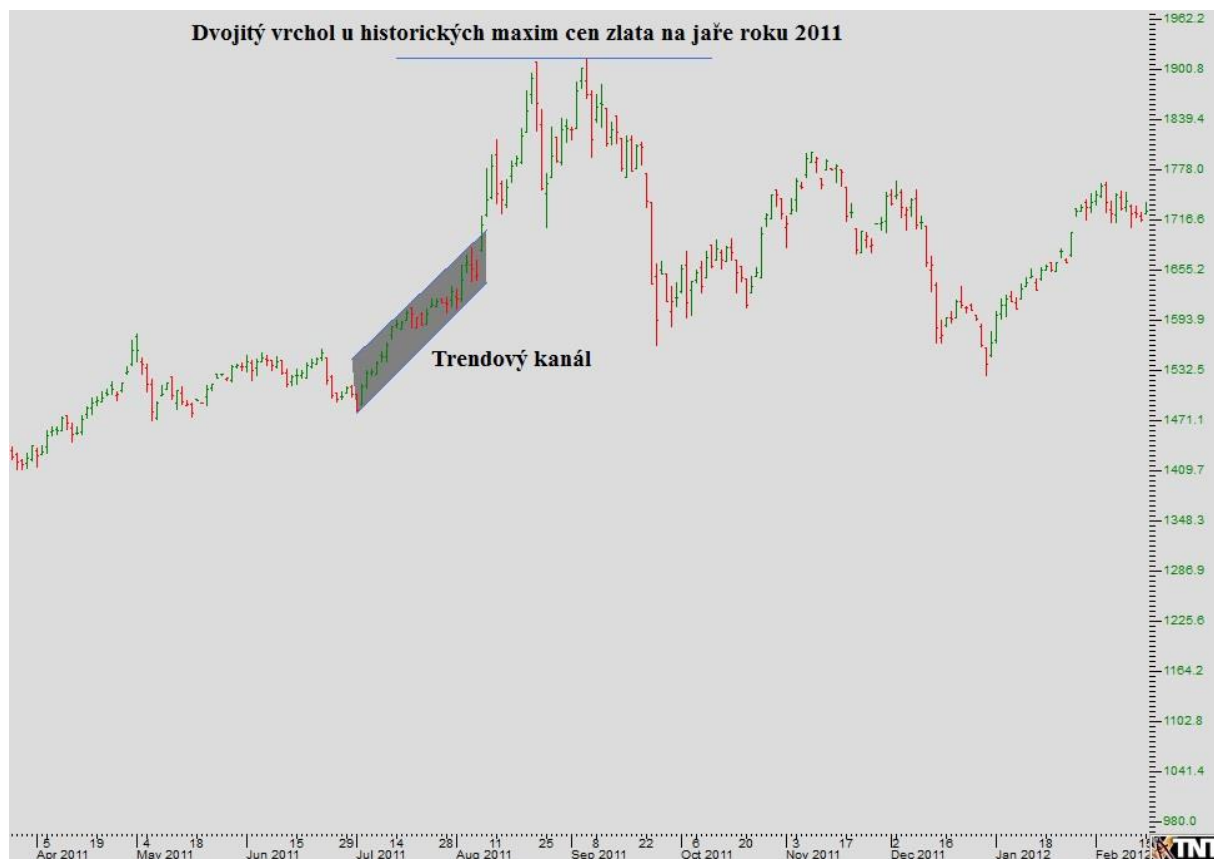
Co se týká statistické a ekonometrické analýzy, některé jejich postupy jsou uvedeny v kapitole č. 2. Obecně platí, že statistická analýza může poskytnout základní informace o zkoumaném souboru (Hindls et al., 2007) a ekonometrická analýza je užívána k tvorbě modelů pro predikci budoucího vývoje. Volba vhodného modelu pro analýzu ekonomických časových řad pak dle Cipry (2013) závisí na účelu analýzy, typu časové řady a zkušenostech statistika.

Dle Huška (2007) lze ekonometrii definovat jako: „kvantitativní ekonomickou disciplínu zabývající se měřením a empirickou verifikací reálných ekonomických vztahů a závislostí. Vznik samostatného vědního oboru pod tímto názvem se datuje od roku 1930, kdy v USA byla založena Econometric Society“. Ekonometrická analýza pak stojí na základech ekonomické teorie, matematiky a statistiky.

Bollerslev et al. (1994) uvádějí jako základní stavební prvek modely založené na užití metody nejmenších čtverců. Titíž autoři rovněž ale zmiňují limity užití tohoto modelu (není s to reagovat na cenové výkyvy, obvyklá přítomnost heteroskedasticity ve finančních časových řadách, která snižuje výpovědní schopnosti modelu, atd.), a představují model postavený právě na podmíněné heteroskedasticitě, který je stále rozšiřován a modifikován. Možností ekonometrické analýzy finančních časových řad existuje celá řada a toto vědní odvětví prochází dalším vývojem. Aplikaci modelů podmíněné heteroskedasticity ARCH a GARCH (a jejich několika modifikací) je pak možné najít v empirické části této práce.

Co se týká technické analýzy grafu, ta se zakládá na několika základních přístupech. Jedná se o metody založené na analýze pohybu cen (price action), kdy je z grafických cenových formací odvozován sentiment trhu a budoucí cenový vývoj. Mezi základní ukazatele můžeme například zahrnout formace typu „dvojitý vrchol“, „dvojité dno“, hranice podpory a resistance, ale i hodnocení rozsahu úsečky OHLC (Elder, 1993). Uvedené příklady a další modifikace a formace (prapor, hlava, hammer, atd.), jsou z části i nástrojem, který se zakládá na subjektivním hodnocením a vyžaduje tak velkou zkušenost, aby bylo možné se vyvarovat případných chyb a mylných interpretací.

**Obrázek č. 2: Vybrané grafické formace technické analýzy**



Zdroj: Autor, za užití dat CME, 2015

Obrázek č. 2 zobrazuje průběh cen zlata v letech 2011 – 2012, kdy zlato dosáhlo svých historických maxim, a následovala výrazná korekce v trhu. Na obrázku je zobrazen tzv. cenový nebo také trendový kanál, který se zakládá na velikosti cenových úseček OHLC a cenovém trendu. Tento indikátor je postaven na předpokladu, že když ceny prudce vybočí z toho trendového kanálu, tak dojde ke změně trendu (což se v tomto případě stalo až o několik měsíců později). Dále je v grafu vyznačen dvojitý vrchol, kdy ceny testovaly svá maxima. U aplikace dvojitého vrcholu je předpoklad, že se okolo dané hodnoty nachází tzv. psychologická hranice, kterou je pro mnoho obchodníků těžké překročit. Reálně se okolo těchto hodnot v trhu vyskytuje velké množství příkazů stop-loss, které mohou dále akcelarovat dynamiku trhu. Pakliže trend není dostatečně silný, aby ani na podruhé prolomil tuto hranici, dá se předpokládat, že dojde ke korekci v trhu. V tomto případě byl tento předpoklad správný. Je důležité uvést, že historická maxima v tomto případě dosahovala cca 1915 USD za trojskou unci zlata. Ale při užití menšího

time-frame byla ve skutečnosti testována hranice 2000 USD za trojskou unci. Tato hranice je zároveň tzv. hranicí rezistence, tedy úrovní, kterou je pro cenu obtížné překonat. Reverzní situace může nastat u aplikace dvojitého dna a hranice podpory (Smith, 2000).

Další nástroje technické analýzy nabízejí exaktnější pohled na vývoj cen a jsou buď přímo (např. klouzavé průměry), či nepřímo (např. swingové formace, Fibonacchiho vlny, atd.) založeny na statistických metodách.

Lequeux (2007) uvádí nutnost při kvantitativní analýze vzít v potaz i cenový vývoj a hodnocení založené na price action. Jackson a Ladley (2016) za užití tržního modelu tvrdí, že aplikace strategií založených na cenových formacích mohou být efektivní pro jednotlivé obchodníky a zároveň udávají, že v některých případech mohou redukovat volatilitu, a přispívat k vyšší efektivitě trhu. Zároveň ale doplňují, že nejlepších výsledků dosahovali obchodníci, kteří své strategie budovali na základě vysokofrekvenčních dat (HFT). Tito obchodníci se na výše zmíněných pozitivních efektech podíleli nejvíce.

Strategie založené na analýze grafu a krátkodobých cenových formací byly rovněž testovány, zda-li je možné s nimi dosahovat stabilních výnosů. Masteika a Rutkauskas (2012) za tímto účelem představili vlastní indikátor založený na fraktálech a teorii chaosu. Se strategií postavenou na užití tohoto indikátoru jsou pak s to dosahovat dlouhodobě stabilních výnosů. Tento výsledek je ale de facto v rozporu s teorií efektivních trhů (Malkiel, 2003), z jejíž aplikace vyplývá, že není možné trh překonávat dlouhodobě, neboť z dlouhodobého pohledu je trh, dle této hypotézy, vždy efektivní. Na tuto problematiku se mimo jiné zaměřili i Leigh et al. (2008), kteří testovali užití nástrojů technické analýzy právě v kontextu hypotézy efektivních trhů, kdy strategie založené na indikátorech technické analýzy by neměly být s to poskytovat dlouhodobě lepší výsledky, než náhodně generované obchody. Nicméně výsledkem tohoto výzkumu bylo, že hypotézu teorie efektivních trhů (tedy, že výsledky strategie založené na technické analýze nejsou lepší než výsledek náhodně generovaný transakcí) není možné potvrdit.

Podobně Pelusi (2010) testoval algoritmus pro obchodování založený na běžných nástrojích technické analýzy (křížení klouzavých průměrů o různých periodách pro identifikaci trendů a jejich změn) pro euro-dollar na trhu FOREX a hodinovém time-frame a dospěl k závěru, že užití nástroje a testovaná strategie poskytuje dlouhodobě profitabilní výsledky. Tyto výsledky byly následně verifikovány pomocí bootstrap analýzy.

Ačkoliv výše uvedení autoři předkládají uspokojivé výsledky testování daných strategií, je nutné uvést, že vzhledem k rozvoji finančních trhů a jejich vnitřní dynamice se podmínky trhu neustále mění, a nelze tak brát dané strategie jako neměnné. Příkladem tohoto chybného přístupu může být krach fondu Long Term Capital Management (LTCM). Tento fond, který řídili Robert C. Merton a Myron S. Scholes, dosahoval vynikajících výsledků. Oba výše uvedení obdrželi v roce 1997 cenu Švédské národní banky za rozvoj ekonomie na památku Alfreda Nobela právě za inovativní metodu determinace hodnoty finančních derivátů. Fond LTCM dosahoval vynikajících výsledků až do roku 1998, kdy v souvislosti s krizí na asijských trzích a masivním užitím finanční páky (přílišné spoléhání se na minulé výsledky strategie) ztratil během 4 měsíců 4,6 miliardy USD. Vzhledem k tomu, že měl otevřené pozice vy výši bilionu dolarů, vyžádal si intervence (iniciované FEDem) centrálních bank (Ferguson, 2011).

### **3.6 Komoditní spready**

Spread v burzovní terminologii může nabývat různých významů. Nejběžnější formou spreadu je bid – ask spread. Tedy rozdíl mezi prodejní a kupní cenou daného kontraktu nebo aktiva. Prodejní cena bývá obvykle vyšší než cena kupní. Trh sice může vykázat na malý okamžik neefektivitu, kdy je cena prodejní nižší, než kupní, ale v době elektronického obchodování a automatických systémů se jedná o tisíce sekund a rozdíly v setinách centů (Ding a Hiltrop, 2010).

Spread ale také může znamenat prodej jednoho, či více kontraktů, a zároveň nákup jednoho, či více kontraktů kompenzujících (Ross, 2000). V této práci je užito kontraktů pro stejné podkladové aktivum, ale s rozdílným měsícem expirace. Jedná se tedy o tzv. kalendářní intramarket spread. Ross (2000) pak ještě rozlišuje na intermarket spready, které jsou složeny z kontraktu pro více podkladových aktiv, a inter-exchange, kdy jsou tyto kontrakty obchodovány na více burzách. Dále by mělo platit, že existuje vztah pro dané komodity, ze kterých se spread skládá. Teoreticky by bylo možné skládat spread z futures pro komodity a např. akcie, nicméně v praxi to nemá příliš smysl. Jednalo by se spíše o dvě oddělené pozice. Výhodou intramarket spreadů bývají i nižší marže blokové brokerskou společností.

V případě kalendářního intramarket spreadu se hodnota spreadu ve výsledku rovná rozdílu dvou cen a je sledován jeho vývoj. Smith (2000) pak kalendářní spready rozděluje na býčí a medvědí.

„Obchodník držící býčí spread doufá, že bližší kontrakt bude silnější, než kontrakt vzdálenější“ (bráno dle měsíce expirace, pozn. autora). Jinými slovy, pokud cenová hladina podkladového aktiva roste, obchodník bude doufat, že bližší kontrakt poroste více než kontrakt vzdálenější. A opačně, pokud cena podkladového aktiva klesá, obchodník doufá, že cena bližšího kontraktu bude klesat méně než cena vzdálenějšího. Samozřejmě je také možné, že cena bližšího kontraktu bude stoupat, zatímco cena vzdálenějšího klesat. Bohužel, jde spíše o sny obchodníků, než o realitu.

Opakem býčího spreadu je tzv. medvědí spread. Obchodník je v tomto případě v krátké pozici u bližšího kontraktu a v dlouhé u vzdálenějšího. „Obchodníkův zájem spočívá nyní v tom, aby vzdálenější kontrakt byl relativně silnější, než kontrakt bližší“ (Smith, 2000).

Komoditní trhy zemědělských plodin jsou oblíbené drobnými investory pro požadované nižší marže, hodnotu minimálních pohybů (tick) a s tím spojenou nižší likviditu. V porovnání např. s energiemi (ropa, zemní plyn) jsou pak tyto trhy přístupnější pro investory s nižším účtem, přičemž zachovávají předpoklad akceptovatelné likvidity. To platí zejména pro trhy skupiny CME.

Účastníci trhu s limitovaným účtem, kteří nemají zájem o výsledné převzetí podkladového aktiva, užívají tzv. stop-loss tak, aby byly s to dostat zásadám money managementu a vyhnuli se nekontrolovaným ztrátám. Stop-loss je de facto předem definovaná maximální ztráta. Při dosažení dané hodnoty dojde k automatickému uzavření pozice, aby se záporný výsledek dané investice (spekulace) dále neprohluboval (Osler, 2003). Někteří autoři dávají rozšíření užívání tohoto preventivního opatření do souvislosti s vyšší volatilitou trhu, která může vést až k dosažení limitních pohybů a případně i kolapsu celého trhu (DeLong et al. 1990, Frankel and Froot 1990, Genotte and Leland 1990). Je tomu tak proto, že při velkém cenovém výkyvu dojde k automatické aktivaci stop-loss příkazů, které jsou umístěny v trhu, což opětovně akceleruje dynamiku trhu směrem k propadu (nebo i růstu).

Jak již bylo uvedeno, obchodování tzv. spreadů je jedním z nástrojů, jak redukovat volatilitu (Cuny, 2006). S nižší volatilitou je spojován nižší risk, ale je důležité uvést, že rovněž klesá i potenciál pro vytváření zisku. Nicméně z důvodu nižší volatility jsou obvykle burzou a potažmo brokery požadovány nižší marže pro obchodování spreadů, než jak je tomu u klasických samotných futures kontraktů. U obchodování spreadů je rovněž obvyklé počítat s vyššími

provizemi burze, či brokerovi, protože dochází k otevření a následnému uzavření dvou pozic zároveň.

Dále uvedený příklad využívá pro tvorbu spreadu tzv. contanga, kdy ceny kontraktů blíže expiraci mají tendenci klesat oproti kontraktům expirujícím později. Tento jev se vysvětluje tím, že většina účastníků trhu nemá zájem převzít podkladové aktivum. Navíc s převzetím podkladového aktiva jsou spojeny transakční náklady a náklady na jeho držení a skladování (zejména u zemědělských komodit, které mají omezenou dobu upotřebení, např. u drahých kovů je situace jiná) (Daigler and Wiley 1999). Opakem uvedeného jevu – contanga je tzv. backwardation. Jedná se situaci, kdy jsou dříve expirující kontrakty dražší než ty s pozdější expirací. Oba výše uvedené jevy a jejich fundamentální příčiny byly široce diskutovány v odborných publikacích (Kocagil and Topyan 1997, Cornel 1981, Martell and Wolf 1987, Ribeiro and Hodges 2005).

### **3.7 Likvidita**

Likvidita označuje schopnost podkladového aktiva přeměnit se na hotové peníze (Gladiš, s. 70, 2005). V případě trhu futures kontraktu je to zároveň možnost prodat, či koupit kontrakt za danou cenu. Při nedostatečné likviditě trhu hrozí riziko, že příkaz nemůže být spárován, neboť není dostatečný počet účastníků trhu, kteří by byli ochotni za danou cenu koupit, či prodat. Proto je dostatečná likvidita trhu zásadní pro obchodníky. Existuje mnoho studií, které spojují likviditu a volatilitu na trhu, např. Kalimipali a Nayak (2012), či Luo (2010). Jsou ale zde i autoři - Kim, (2015) nebo Wang a Zhuang (2006), kteří pozitivní vztah a kauzalitu mezi likviditou a volatilitou vyvracejí. Likvidita pro trh s deriváty udává, kolik bylo uskutečněno obchodů za dané časové období (time frame). Případně se může jednat o počet otevřených pozic (open interest) v daném trhu (Elder, s. 16, 1993).

#### **3.7.1 Likvidita sledovaných trhů**

Pozice jednotlivých účastníků trhu se v čase vyvíjí a mění. Struktura jednotlivých účastníků trhů pak vypovídá o záměrech, s jakými jsou dané cenné papíry nakupovány. V případě zemědělských komodit je zajímavá informace zda se jedná o nákup spekulativního charakteru v tom smyslu, že držitel futures nemá zájem předat či převzít podkladové aktivum. Ale není to

jediná užitečná informace, kterou členění struktury účastníků trhu poskytuje. Všechny komoditní burzy v USA jsou povinny reportovat údaje o účastnících trhu, pakliže jsou splněny následující podmínky.

Reportují se pozice obchodníků pouze u komodit, kde je 20 a více obchodníků, kteří mají povinnost reportingu. Tito obchodníci pak musí reportovat své pozice na týdenní bázi. Povinnost reportingu má obchodník, který u dané komodity překročí stanovený limit v počtu držených pozic (zde je třeba uvést, že trhu se mohou účastnit pouze členové burzy, kteří pak reportují své pozice, případně pozice, které zprostředkovávají). Tento limit se liší pro jednotlivé komodity od 50 do 500 držených pozic. Pokud obchodník stanovený limit překročí je povinen hlásit všechny ostatní pozice pro danou komoditu. Tyto pozice jsou reportovány komisi pro obchodování komoditních futures (CFTC) ve speciálním pravidelném reportu (COT – Commitments of Traders Report). Takto reportované pozice pak zahrnují 70 – 90 % trhu (Cook, 2012).

Reportované pozice pak jsou volně k dispozici na webu CFTC v několika různých formátech usnadňující jejich další zpracování. CFTC pak člení účastníky trhu následujícím způsobem:

- Commercial Traders – obchodníci komodit, kteří prostřednictvím futures hedgují své pozice.
- Non-commercial Traders – de facto všichni, kteří nejsou řazeni do kategorie commercial traders, ale drží pozice nad stanovený limit.
- Non-reported - obchodníci, kteří nepřekročili limit pro povinnost reportovat pozice CFTC.

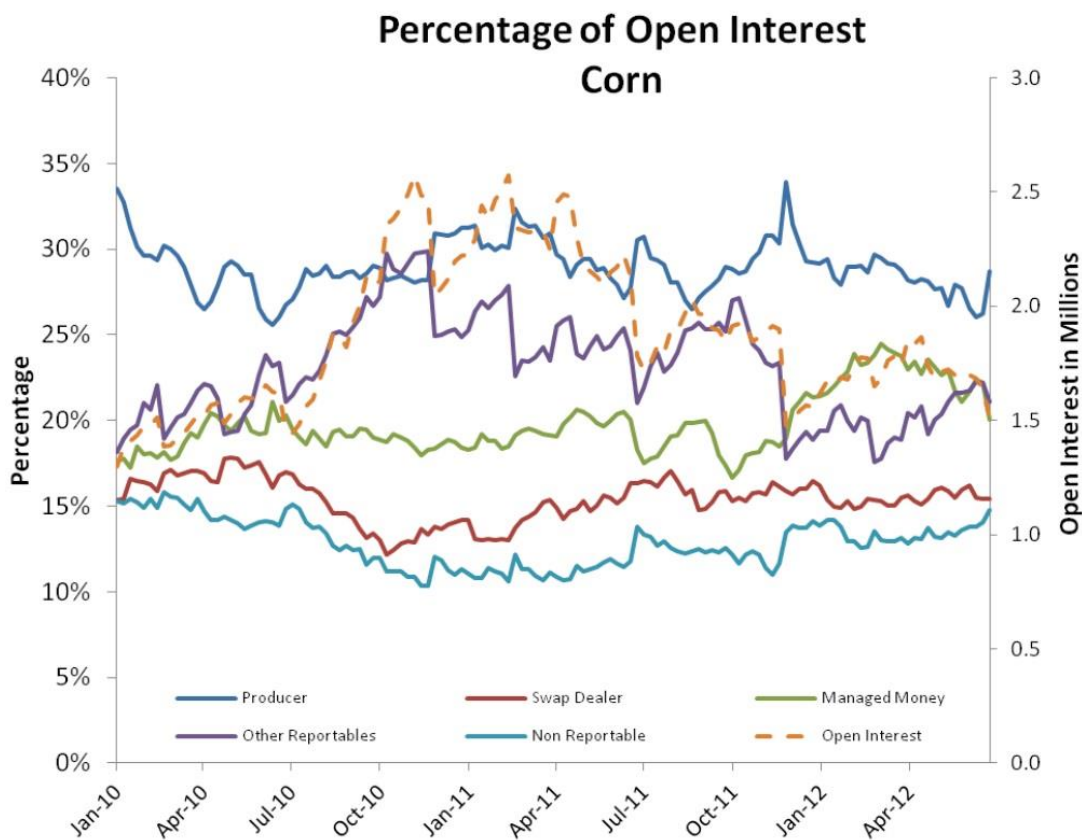
Dále jsou kategorie členěny následujícím způsobem:

- Spreading - obchodníci, kteří využívají intrakomoditních spreadů. Tedy takoví, kteří drží otevřené jak krátké, tak dlouhé pozici pro tutéž komoditu, ale s různou dobou expirace.
- Producer - do této kategorie spadají producenti a zpracovatelé, kteří se hedgují proti přílišné volatilitě.
- Swap dealer - obchodníci, kteří využívají futures pro tvorbu swapů.



- Managed money - společnosti, fondy a obchodníci, kteří spravují a obchodují pozice svých klientů.
- Other Reportable - možno přeložit jako „ostatní“. Obchodníci, kteří nezapadají do výše uvedených kategorií.
- Non-reportable - nereportované pozice.

**Obrázek č. 3: podíl OI dle kategorií pro trh kukuřice**



Zdroj: Cook, 2012

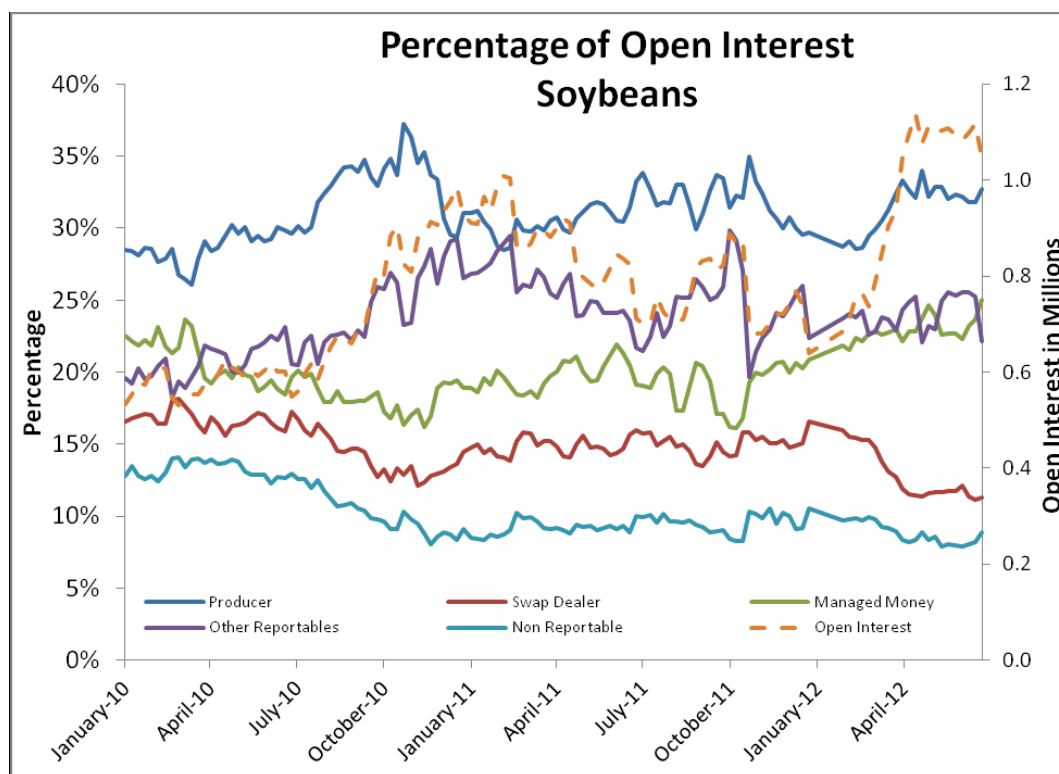
Co se týká kukuřice a její likvidity v letech 2010 – 2012, tak bylo reportováno cca 1,5 milionu jednostranně otevřených pozic a 3 miliony pozic otevřených na obě strany (long i short). Rozložení v trhu bylo následující 29 % producenti, 15 % obchodníci swapů, 20 % zprostředkovatelé a správci peněz (managed money), 21 % ostatní a cca 15 % otevřených pozic nebylo reportováno. Jak již bylo uvedeno výše s cílem převzetí podkladového aktiva otevírají

pozice především producenti a zpracovatelé (ačkoliv i ti se mohou jistit proti cenovým výkyvům).

Další důležitý údaj poskytuje počet otevřených pozic, kdy 1,5 milionu (cca 1/3 celkového počtu obchodovaných pozic) jich je otevřeno pouze jednostranně, a dá se očekávat, že došlo k plnění spojeného s převzetím či dodáním dané komodity.

Co se týká otevřených pozic v trhu sójových bobů, tak situace je zachycena na obrázku č. 4.

**Obrázek č. 4: podíl OI dle kategorií pro trh kukuřice**

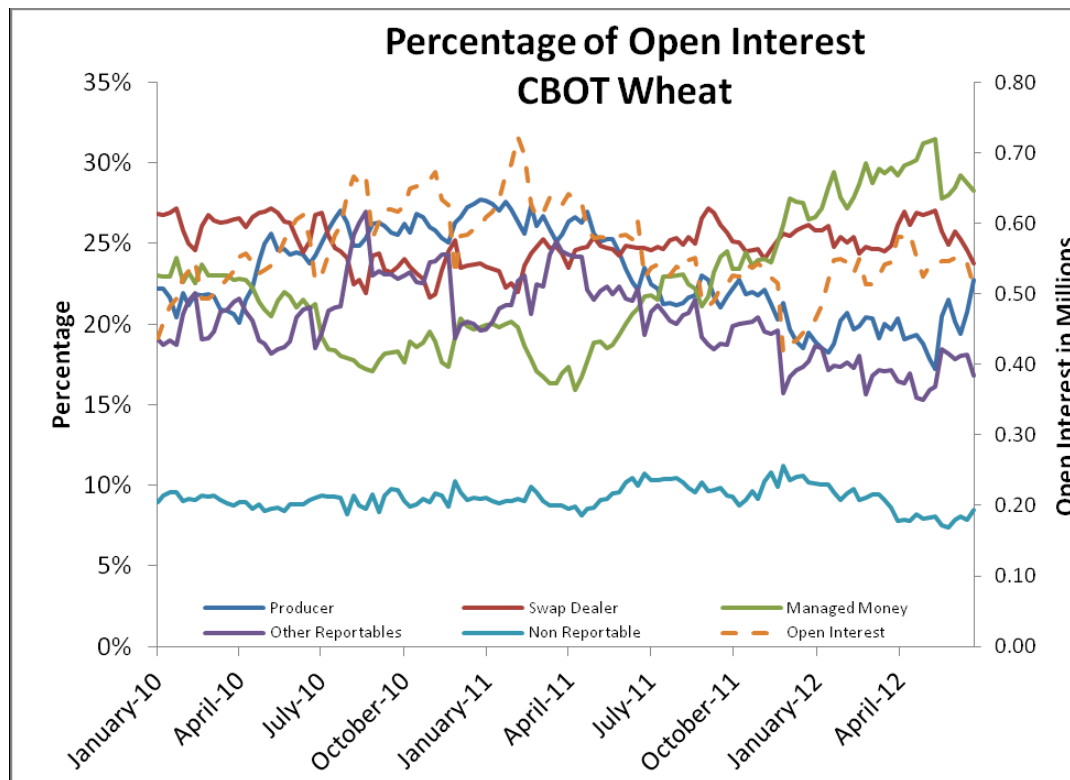


Zdroj: Cook, 2012

V tomto případě byl reportován 1 milion pozic otevřených jednostranně a 2 miliony oboustranných. Situace je analogická trhu kukuřice. Největší zastoupení mají producenti a zpracovatelé (33 % z celkového počtu otevřených pozic). Zprostředkovatelé burzovních obchodů se podíleli 25 procenty. Následují nezařazení „Other Reportables“ (22 %), obchodníci swapů (11 %) a zhruba 9 % otevřených pozic nebylo reportováno.

Držené pozice v trhu pšenice jsou zachyceny na obrázku č. 5.

**Obrázek č. 5: podíl OI dle kategorií pro trh kukuřice**



Zdroj: Cook, 2012

V případě kukuřice bylo reportováno 0,5 milionu kontraktů otevřených na jednu stranu, a tedy 1 milion kontraktů otevřených na obě strany. Z výše uvedeného je také zřejmé, že trh pšenice byl nejméně likvidním ze tří sledovaných trhů v daném období (měřeno dle počtu otevřených pozic OI). Liší se i podílovým zastoupením jednotlivých kategorií, což může v určitých aspektech ovlivňovat tržní dynamiku. Nejsilněji zastoupenou skupinou z pohledu počtu otevřených pozic jsou zprostředkovatelé obchodů (28 %), obchodníci swapů (24 %) a producenti a zpracovatelé (23 %). Zbývají ostatní (17 %) a nereportované pozice pak představují cca 8 % z celkové počtu otevřených pozic (COOK, 2012).

## 3.8 Volatilita

Volatilitou je pak míněn stav nadměrné fluktuace ceny derivátu. Volatilita je velmi problematická zejména pro obchodníky s nižším obchodním účtem. Pro ně může mít za následek de facto vynucené uzavření pozic ve ztrátě (Shipman, s. 23, 2007). Volatilita může ovlivnit jak samotné ceny kontraktu, tak bid ask spread, tedy rozdíl mezi cenou, za kterou je možné daný kontrakt koupit a prodat.

### 3.8.1 Dopady cenové volatility

Dopad cenové volatility na komoditních trzích se liší dle vyspělosti daného trhu a ekonomiky, v jejímž rámci se obchody odehrávají. U rozvojových zemí jsou dopady kolísání cen komodit obvykle závažnější než v zemích rozvinutých (Bourguignon, 2004). Na druhou stranu volatilita na komoditních trzích v letech 2004 – 2014 byla spojena s růstem cen na komoditních trzích (doprovázeným prudkými výkyvy, např. 2008), což mělo za následek mimo jiné posílení ekonomik rozvojových zemí, kdy rostl jak export, tak import zboží, a to jak v hodnotě, tak v širí obchodovaných statků, zároveň rostla úroveň přímých zahraničních investic, což zahrnuje další konsekvence včetně sdílení know-how (IMF, 2008).

Worako a kol. (2011) popisuje dopady volatility za užití modelů ARCH a GARCH na etiopské pěstitele kávy a zdůrazňují nutnost efektivního finančního managementu. I v tomto případě jsou dopady volatility nejzávažnější pro pěstitele, následují zprostředkovatelé a exportéři.

Jordaan a kol. (2007) pak užívají modelů ARCH a GARCH k určení tendence k volatilnímu průběhu cen pro bílou kukuřici, žlutou kukuřici, pšenici, sójové boby a slunečnici v Jihoafrické republice. Z jejich výsledků vychází jako nejméně volatilní, a tedy i nejméně riziková pšenice, a slunečnice. Tyto výsledky jsou zajímavé i vzhledem k závěru celé práce, který ukazuje, že farmáři s averzí k riziku by se měli zaměřit právě na poslední dvě jmenované komodity.

Vliv volatility na komoditních trzích na cenu potravin je obzvláště patrný v rozvojových a nejméně rozvinutých zemích. Zde je také funkce agrárních trhů a volatilita na nich největším problémem. Příkladem může být Indie a dopady vysokých cen potravin a jejich výkyvy na nejchudší obyvatele této země (Chandrasekhar, 2012).

V návaznosti na to pak Swaminathan a Vepa (2012) navrhují zavést kontrolu spekulativních obchodů a využití speciálních politik ve vztahu k cenám potravin. Dopad těchto opatření je ale

nezodpovězenou otázkou. Nicméně užití speciální politiky ve vztahu k cenám potravin v rozvojových zemích doporučují i Dehn a kol. (2005). Autoři se zaměřují na přínos programů k řízení rizik spojených s komoditními trhy pod záštitou Světové banky.

Boonvorachote a Anurat (2012) se zaměřili na vztah mezi likviditou (volume) a volatilitou na asijských komoditních trzích - Agricultural Futures Exchange of Thailand (AFET), Bursa Malaysia Derivatives (BURSA), Dalian Commodity Exchange (DALIAN) and Tokyo Commodity Exchange (TOCOM). Autoři uzavírají, že trhy by neměly být přeregulovány. Doporučují nechat volný vývoj ceně, neboť se snahy o regulaci její volatility ukázaly jako kontraproduktivní. Zásahy státu do tvorby cen by měly být až tou poslední možností. Naopak doporučují předávání znalostí farmářům tak, aby byli sami s to aktivně participovat na komoditních trzích. Podobně jako Worako a kol. výše doporučují užívat metod finančního managementu.

Růst cen komodit tak na jednu stranu působí příznivě na ekonomiky nízkopříjmových zemí (Low Income Countries – LIC), kdy se do oběhu dostává více kapitálu, a zároveň zde může působit i multiplikační efekt. Na druhou stranu jsou to právě obyvatelé rozvojových zemí a především nejméně rozvinutých zemí, kteří jsou výkyvy a růstem cen komodit nejohroženější. Co se týká nejméně rozvinutých zemí, zde je situace o poznání komplikovanější z důvodu špatné infrastruktury a právního rámce (či vymahatelnosti práva), který by determinoval fungování trhů.

V nejméně rozvinutých zemích (Least Developed Countries – LDC) jsou dopady cenové volatility obzvláště závažné, neboť zemědělci nemají příliš možností, jak se proti takovým výkyvům jistit, a zároveň obyvatelé těchto zemí utratí značnou část svých příjmů za základní suroviny (Easterly et al., 2000)

Co se týká rozvinutých zemí, především pak Spojených států, zde se komoditní trh odvíjí nejvíce od fungování komoditních burz. Tou největší je burza v Chicagu (CBOT) spadající do skupiny CME. V tomto případě má cenová volatilita dopad především na zemědělce a ostatní účastníky trhu. Platí, že čím menší je daný zemědělec, či účastník trhu (měřeno dle velikosti rozpočtu, resp. jeho investovanou částí), tím větší riziko volatilita představuje. Fungování trhů ve vyspělých zemích je regulováno a odvíjí se pak od kvality dohlížejících institucí. Zatímco v rozvojových a nejméně rozvinutých zemích platí, že největší riziko je spojené s plněním na

základě arbitráže, nebo s optimální distribucí daného statku, u rozvinutých ekonomik rizika plynou z velkého množství obchodovaných instrumentů, využívání pákového efektu a informačních asymetrií (Stieglitz, 1989).

Obchodování komodit skrze burzy je typické zejména pro Spojené státy americké, kde má i relativně dlouho tradici (CBOT byla založena v roce 1848). V rámci EU existuje mnoho komoditních burz, ale nedosahují takového významu jako ty americké. V mnoha státech EU se široce uplatňuje systém výkupu komodit skrze obchodní společnosti. A vzhledem k likviditě trhů jsou to právě burzy USA, které determinují cenu i na evropských trzích, byť se trhy nepochybně navzájem ovlivňují a dlouhodobě nedochází k výrazným cenovým odchylkám, jsou-li vzaty v potaz transakční náklady.

Rizika pro producenty v zemědělství lze dle GOI (2007) rozdělit na rizika spojená s biologickými, klimatickými a cenovými faktory. U posledně jmenovaného jde především cenovou volatilitu. Tyto rizika se dále odvíjí od úrovně infrastruktury, struktury trhu a informačních asymetrií, kdy tyto podmínky jsou horší zejména pro trhy rozvojových zemí, kde se ne vždy daří zabezpečit primární funkci trhů, tedy optimální distribuci statků (Southgate et al., 2011).

Pro trhy rozvojových zemí pak mohou být dále rizika spojená s arbitráží a plněním zúčastněných stran specifikována jako:

Riziko produkce spojené s nejistou kvantitou a kvalitou produkce.

Cenové riziko spojené s volatilitou, která negativně působí na očekávanou návratnost investic.

Tržní riziko spojené s nejistotou, zda daný farmář/producent nalezne za daných podmínek kupce.

Finanční riziko plynoucí ze specifického postavení zemědělců na trhu, kdy mají ztížený přístup k úvěrům pro financování svého podnikání.

Instituční riziko zahrnující jak kvalitu institucí, tak politické vlivy a nestability ovlivňující zemědělský sektor (UNCTAD, 2009).

Co se kolísání cen týká, tak volatilita dle Bourguignona (2004) může být rozložena na volatilitu exogenní a endogenní, kdy endogenní volatilita je zapříčiněna podmínkami pro obchod a exogenní pak vývojem na samotných trzích. Z výsledků pak vyplývá, že větší dopad na HDP a komunity chudých v rozvojových zemích má pak volatilita exogenní, kterou je obtížné ovlivnit

samotnou hospodářskou politikou dané země. Na druhou stranu je nutné uvést, že právě endogenní faktory v rozvojových zemích bývají problematické.

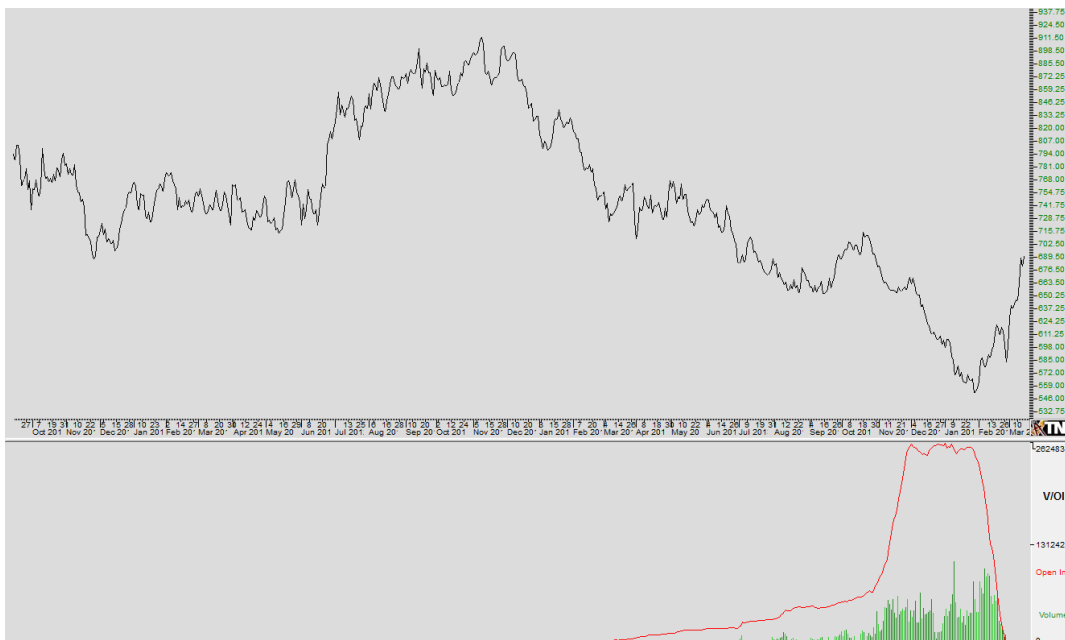
Trhy OTC z anglického over the counter reprezentují trhy, které nepodléhají státní regulaci, tzn. že se nejedná o burzu v pravém slova smyslu, kdy burza zaručuje, že uzavřená transakce skutečně proběhne. V rozvinutých zemích tyto trhy nabízejí zprostředkování prodeje finančních derivátů, které se vážou na různá podkladová aktiva. V rozvojových zemích tyto trhy pak nabízejí možnost zprostředkování prodeje surovin. Jedná se tedy o případ chybějící infrastruktury, kdy je zde absence centrální instituce, která by stanovovala podmínky obchodu nahrazena právě mimoburzovními trhy.

### 3.8.2 Redukce volatility pomocí kalendářních spreadů

Na obrázku č. 6 je zachycen vývoj zavíracích denních cen (close) kontraktu pro futures pšenice s expirací v březnu 2014. Jedná se o celou životnost kontraktu od 15.9.2011 do 14.3.2014. Za pozornost stojí i likvidita, která významně roste s blížící se expirací, a před koncem obchodování tohoto derivátu prudce klesne.

Variační rozpětí pro cenu v tomto případě představuje 360 bodů (max = 911; min = 551), což odpovídá hodnotě 4500 USD.

**Obrázek č. 6: Průběh kontraktu pro pšenici březen 2014 (W2014H)**



Zdroj: Autor, za užití dat CME, 2015

Na obrázku č. 7 je pak zachycen průběh spreadu, který se skládá z květnového a březnového kontraktu pro pšenici 2014. Jedná se tedy de facto o rozdíl cen mezi těmito kontrakty. Z grafu je zřejmé, že spread nabýval i záporných hodnot. Nulová hranice je vyznačená modrou linií. Variační rozpětí v tomto případě je 40,5 bodů (max = 29; min = -11,5), tedy 506,25 USD.

**Obrázek č. 7: Průběh spreadu W2014H-W2014K**



Zdroj: Autor, za užití dat CME, 2015

Z výše uvedeného vyplývá, že spready významně redukuje volatilitu a riziko (zejména pro drobné investory), ale zároveň snižují i potenciál pro vytváření zisku.

Snížení vlivu volatilitu pomocí spreadů (kalendářního intramarket) bylo naznačeno výše pro futures pšenice s expirací v březnu 2014 a tvorbou spreadu W2014H-W2014K (březen – květen). V literatuře lze najít několik příkladů užití spreadů coby nástroje pro redukci rizika a volatilitu (Graham, 2009), (Ross, 2000), (Smith, 2000). Užitím komoditních spreadů se zabýval i autor ve své předchozí práci a publikačním výstupu (Malec a kol., 2015). V tomto případě bylo sledováno užití komoditních spreadů pro jedno podkladové aktivum. Spread se skládal z dvou na sebe navazujících měsíců a bylo využíváno předpokladu contanga.

Contango je jev, kdy kontrakt s blížící se dobou své expirace klesá na ceně z důvodu nutnosti převzít podkladové aktivum. To platí zejména pro zemědělské komodity, jejichž skladování je náročné a časově omezené. Mělo by tedy platit, že ti účastníci trhu, kteří nemají zájem na



skutečném plnění spojeném s daným kontraktem, se budou snažit z trhu vystoupit, což by mělo mít za následek tlak na cenu a její pokles u kontraktů bližších spotu. Původní práce ukazuje, že to neplatí vždy, např. pro kontrakty s návazností na měsíce sklizní je patrná vyšší volatilita a menší roční sezónnost.

V původní práci bylo celkem analyzováno 17 spreadů sestávajících z navazujících kontraktů pro kukuřici, sójové boby a pšenici. Z těchto 17 spreadů jich bylo následně 7 vybráno k další analýze a modelování vhodné strategie a ve výsledku 4 spready byly vybrány jako vhodné k obchodování.

Spread pšenice WK-WH byl pak analyzován ještě jednou v roce 2015 tak, aby bylo možné ověřit, možnosti jeho užití.

Celá strategie pak byla založena na těchto kritériích:

**Pozice je otevřena, když:**

Aktuální hodnota spread je nižší než -5 bodů v době otevření pozice a zároveň, když hodnota MA 10 překoná hodnotu MA25, pozice je otevřena další obchodní den.

**Pozice je zlikvidována, když:**

Dojde k užití Stop-lossu, který je stanoven na hodnotu -10 bodů k hodnotě vstupu, nebo 14 dní před First Notice Day (FND).

Výsledky jsou pak shrnuty v tabulce č. 4.

**Tabulka č. 4: Výsledky strategie pro spread WK-WH**

Rok	Vstup do pozice		Výstup z pozice		Zisk		RRR
	Datum	Hodnota	Datum	Hodnota	Body	USD	
2002	x	x	x	x	x	x	x
2003	9.10.2002	-15,5	24.10.2002	-28,75	-13,25	-662,5	x
2004	12.9.2003	-10,25	9.2.2004	7	17,25	862,5	0,57971
2005	8.4.2004	-10	8.2.2005	8,75	18,75	937,5	0,53333
2006	x	x	x	x	x	x	x
2007	9.11.2006	-7	8.2.2007	15,5	22,5	1125	0,44444
2008	5.10.2007	-69,5	11.2.2008	37	106,5	5325	0,0939
2009	26.3.2008	-8	9.2.2009	13	21	1050	0,47619
2010	x	x	x	x	x	x	x
2011	x	x	x	x	x	x	x
2012	3.9.2010	-10	9.2.2012	10	20	1000	0,5
2013	18.11.2010	-15	21.1.2011	-25	-10	-500	x
2014	7.11.2012	-14	7.2.2014	1,75	15,75	787,5	0,63492
<b>Celkem</b>					<b>198,5</b>	<b>9925</b>	

Zdroj: Autor a kol., 2015

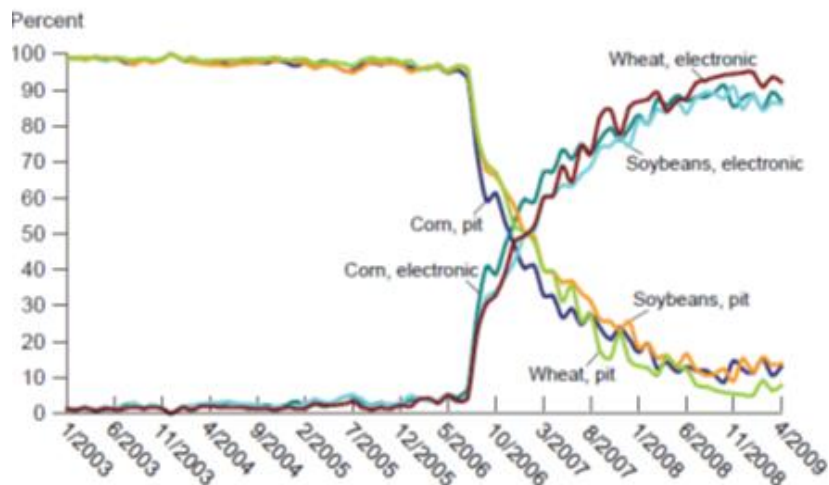
Z výsledků je zřejmé, že užití contanga jako základního prvku pro strategie zužuje prostor pro otevírání nových pozic. Navíc pozice jsou na spekulace s komoditami drženy relativně dlouho. Na druhou stranu tato strategie by mohla skýtat prostor pro zemědělce, neboť nejsou de facto nuceni uzavírat krátkou nohu (pozici) pro daný spread.

### 3.8.3 Vývoj elektronického obchodování na světových trzích

Od původního obchodování na tzv. obchodním parketu se dnes na většině světových finanční a komoditních trzích upouští. Původní pitové (nebo také open outcry), obchodování bylo možné pouze pro členy burzy, kteří buď zajišťovali akvizice pro sebe, nebo zprostředkovali prodej a nákup svým klientům. S rozvojem informačních technologií na počátku nového tisíciletí roste jejich uplatnění i v obchodování futures kontraktů. Potenciál elektronického obchodování byl zřejmý již v devadesátých letech. Na příklad při zavádění systému EDI (Electronic Data Interchange) pro clearingová centra v Londýně publikují Brunnen a Wyllie (1994) studii, která hodnotí možnosti a rizika využití tohoto a jemu podobných systémů na finančních trzích.

Na CBOT se elektronické obchodování začíná více prosazovat „až“ po roce 2005, kdy byla představena platforma pro elektronický trading GLOBEX. Tento trend je pak zachycen i na obrázku č. 7.

**Obrázek č. 8: Likvidita pitového a elektronického trhu 1/2003 – 4/2009**

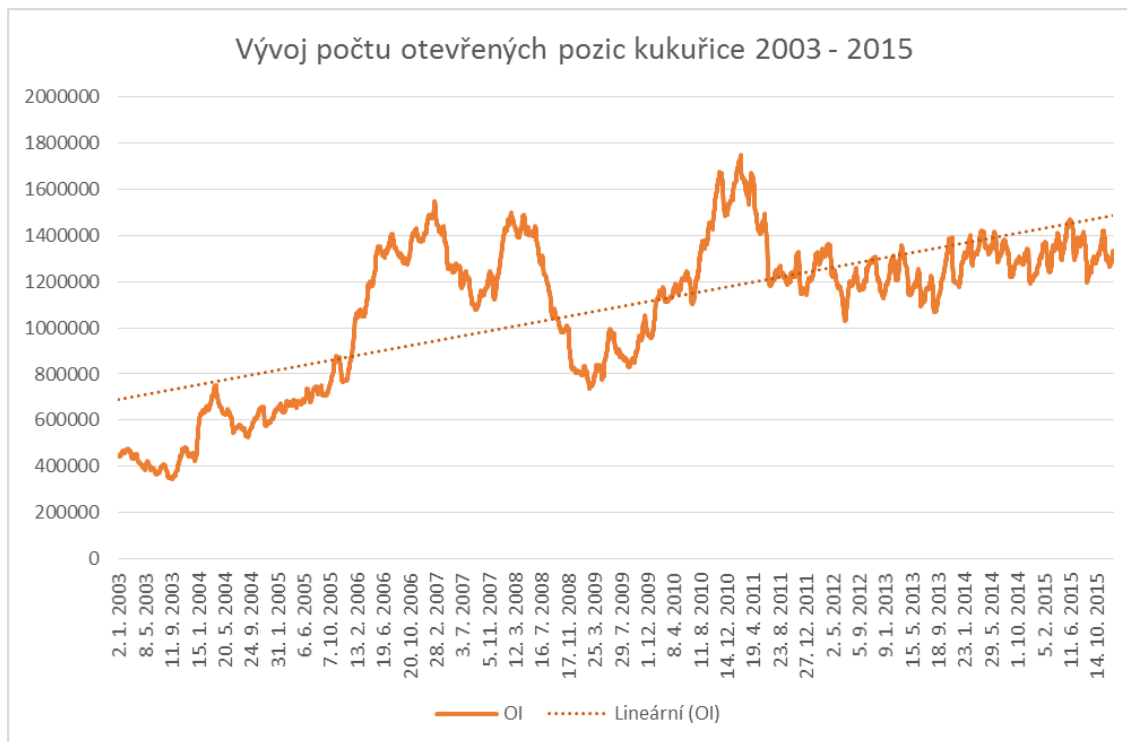


Zdroj: CME, 2014

Je patrné, že po představení platformy GLOBEX prudce narůstá počet elektronicky uskutečněných transakcí a zároveň klesá suma transakcí, která byla uskutečněna živě přímo na parketu burzy v Chicagu. V druhé polovině roku 2006 (tedy cca rok a půl po uvedení platformy GLOBEX) se poměr elektronického a pitového obchodování vyrovnává. Trendy pro obě formy obchodování pokračují a v současnosti CME upouští u vybraných komodit od pitového obchodování. Je tedy možné obchodovat pouze elektronicky (CME, 2014).

S rozvojem elektronické arbitráže ale vyvstaly nové otázky a výzvy. Problémem k diskusi je zejména vliv rostoucí dostupnosti a možnosti účastnit se arbitráže pro koncové uživatele. S touto možností roste samozřejmě také počet provedených transakcí (likvidita trhu). Tento fakt by měl přispívat k větší efektivitě trhu a menší informační asymetrii (Overby a Clarke, 2010). Tyto fenomény byly a jsou široce diskutovány v odborných publikacích. Rostoucí objem obchodů je ilustrován obrázkem. č. 9, ten zachycuje vývoj počtu otevřených pozic (Open Interest) pro jednotlivé obchodní dny v letech 2003 – 2015 na Chicagské burze.

**Obrázek č. 9: Vývoj likvidity trhu v letech 2003 - 2015**



Zdroj: CME, 2106

Wranik (2007) se zabýval implementací systému NMS (National Market System) pro kapitálové trhy ve Spojených státech amerických a srovnal jej se stávajícím systémem uplatňovaným v EU. Obecně platí, že trhy USA jsou považovány za více vyspělé a likvidní. K tomu může přispívat i fakt, že právě zavádění systému NMS bylo od začátku regulováno. V EU funguje kapitálový trh decentralizovaně, nicméně rozvoj elektronických technologií umožňuje efektivněji párovat nabídku a poptávku. Co se komoditního trhu týká, tak využívání komoditních burz v EU není tak rozšířené jako v USA.

Pro elektronické obchodování komodit na burzách v USA je typická obrovská likvidita trhu. Ta se liší v závislosti na konkrétních komoditách. U kontraktů, které jsou blízko expiraci, se tato likvidita pohybuje v řádu milionů uskutečněných obchodů za den. Obrovský obrat, minimální bariéry vstupu a různá lokalizace jednotlivých účastníků společně s relativně mladou právní regulací představuje dle Jin a Chen (2014) riziko, které klade vysoké požadavky na dodržování zásad správného money managementu. Výše uvedení autoři zároveň dokládají rapidní vzestup

plateb skrze třetí strany. Jedná se tak o určitou formu B2B, kdy tito účastníci vstupují do obchodování komodit na komoditních trzích.

Vstup třetích stran a možný nežádoucí vliv vysokofrekvenčního obchodování (HFT) nejsou jediným rizikem. Otázkou, která již byla diskutována výše, je vztah volatility a likvidity trhů. V souvislosti s rostoucím počtem elektronických transakcí a likvidity trhů byl tento fenomén zkoumán za pomoci užití GARCH modelů ve studii, kterou vypracovali Liao et al. (2008). Ti dále aplikovali Bai & Perron model pro identifikaci podmíněné volatility a dospěli k závěru, že implementace elektronického obchodování měla významný vliv na výskyt podmíněné volatility ve sledovaných datech (denní ceny surové ropy Brent). Dále shledávají, že podmíněná volatilita v datech vykazovala silnější tendence, nežli tendence k utváření shluků. Autoři dávají do souvislosti vyšší volatilitu s rozvojem elektronického obchodování.

Naproti tomu Orlowski (2015), který hodnotil likviditu a volatilitu trhu futures desetiletých amerických vládních dluhopisů (10-year US treasury note) v kontextu rozvoje elektronického obchodování dospěl k závěru, že přechodem k elektronickému obchodování klesla tendence ke shlukování v reakci na cenové šoky, která je typická pro modely ARCH (shodně s Liao et al., 2008), ale neshledává, že by společně s likviditou trhu (volume) vzrostla i volatilita. V tomto případě byla sledovaná časová řada rozdělena de facto na čtyři fáze, a to fáze před zavedením elektronického obchodování, fáze přechodu a fáze elektronického obchodování. Poslední jmenovaná je dále rozdělena na období před a po finanční krizi v letech 2007 – 2009. Zajímavý je výsledek, který definuje inverzní vztah mezi volatilitou a likviditou pro všechny uvedené fáze sledovaného období.

## 4 Empirická část

Praktická část se stává ze tří dílčích podkapitol. Každá z nich je věnována jedné konkrétní sledované komoditě. Vybrané komodity, tedy kukuřice, pšenice a sója byly zvoleny z toho důvodu, že jsou typickými zástupci světového obchodu s rostlinou produkcí. Tyto komodity patří na CBOT do kategorie „Agricultural“ a podkategorie „Grains and Oilseeds). Další podkategorie zemědělských komodit se pak zaměřují na živočišnou produkci, mléčné produkty, obchod se dřevem a tzv. „softs“, kam spadá například kakao, či káva.

U každé sledované komodity byly hodnoceny fundamenty ovlivňující její nabídkovou a poptávkovou stranu. Tedy faktory, které se podílejí na konečné cenotvorbě. Ceny v průběhu sledovaného období jsou pak analyzovány a je hodnocena jejich volatilita a likvidita sledovaných trhů.

Pro hodnocení cenového vývoje je pak mimo jiné užito právě údajů pramenících z analýzy fundamentálních faktorů, které působí na trh. Analyzovány jsou významné trendy v rámci daného time-frame (denní data). Zároveň je užíváno informací, které jsou dostupné od dalších autorů a organizací. Tyto informace jsou pak dávány do kontextu hodnoceného cenového vývoje.

Při hodnocení volatility je užíváno několika různých nástrojů. Konkrétně jde o nástroje statistické, technické a ekonometrické analýzy. Každý z těchto nástrojů pak poskytuje odlišné informace, které se odvíjí od jeho konstrukce.

Likvidita trhů je dalším významným prvkem, kterému je věnována pozornost. Z ekonomické teorie vyplývá, že trhy mohou být efektivní, pakliže jsou dostatečně likvidní (Chung a Hrazdil, 2010). Zároveň likvidita bývá spojována s volatilitou, viz 3.6.6.

Poslední část této kapitoly se věnuje vývoji sledovaných ukazatelů pro trh sójových bobů a zároveň poskytuje srovnání s předešlými analyzovanými trhy.

## 4.1 Kukuřice

Kukuřice patří do čeledi lipnicovitých rostlin a pochází z kontinentu Ameriky. Její více než 80 000 let staré zkameněliny se našly v jezerních sedimentech pod Mexico City. Z archeologických nálezů vyplývá, že kukuřice byla šlechtěna jako jedlá rostlina již před 3000 lety, tedy dlouho před objevem kontinentální Ameriky Evropany. Kukuřice dnes zahrnuje mnoho variet, které je možné pěstovat v rozličných klimatických podmínkách a nadmořských výškách. (CRB Yearbook, 2013)

Kukuřice je jednou z nejrozšířenějších krmných plodin ve Spojených státech. Dále je pak kukuřice užívána a zpracovávána do jídla a průmyslových produktů zahrnující cereálie, alkohol a sladidla. Spojené státy představují jednoho z největších producentů i exportérů této komodity, viz graf č. 3, resp. USDA (2015).

CRB (2013) mezi nejvýznamnější burzy, kde se kukuřice obchoduje, řadí Chicago Board of Trade ve Spojených státech amerických, Bolsa de Mercadorias nad Futuros v Brazílii (BM&F), Budapest Commodity Exchange v Maďarsku (BCE), Marche a Terme Internationale de France (MATIF) ve Francii, Mercado a Termino de Buenos Aires v Argentině, Kanmon Commodity Exchange (KCE) v Jižní Koreji, Tokyo Grain Exchange v Japonsku.

Kontrakt kukuřice obchodovaný na CBOT, která je zároveň i zdrojem dat pro tuto práci, představuje 5000 bušlů. To odpovídá zhruba 127 tunám (CBOT, 2015). Zde je důležité zmínit, že přepočítání je přibližný, neboť bušl je objemová míra angloamerické soustavy a její převod na metrický systém není zcela přesný, protože se jedná o převod objemové jednotky na hmotnostní. Níže uvedená specifikace kontraktu kromě již zmiňovaného objemu, dále specifikuje ohodnocení kontraktu, které se udává v centech za bušl a minimální cenový pohyb je 0,25 centu za bušl. Minimální cenový pohyb je tedy roven 12,5 USD za celý kontrakt ( $5000 \cdot 0,25 = 1250$ ). Kontraktní měsíce jsou březen (H), květen (K), červenec (N), září (S), prosinec (Z). Obchodování kontraktu pak obvykle končí patnáctým dnem daného kontraktního měsíce.

Trading at Settlement Price je zvláštním příkazem, který umožňuje obchodovat kontrakt za „settlement“ (vypořádací, de facto close cenu stanovenou burzou), před tím, než je burzou determinována. U zrnin je pak možné zadávat příkazy o 1 – 4 body nad nebo pod touto hodnotou. Dále je specifikováno datum dodání a kvalita dodávky. Cena se může lišit dle kvality

dodané kukuřice, resp. je burzou dáno, že žlutá kukuřice #2 má hodnotu shodnou s kontraktem, ale žlutá kukuřice #1 Yellow má hodnotu o 1,5 centu za bušl vyšší a naopak žlutá kukuřice #3 o 1,5 centu za bušl nižší.

**Tabulka č. 5: Specifikace kontraktu kukuřice**

<b>Contract Unit</b>	5,000 bushels (~ 127 Metric Tons)
<b>Price Quotation</b>	Cents per bushel
<b>Trading Hours</b>	Sunday – Friday, 7:00 p.m. – 7:45 a.m. CT and Monday – Friday, 8:30 a.m. – 1:20 p.m. CT
<b>Minimum Price Fluctuation</b>	1/4 of one cent per bushel (\$12.50 per contract)
<b>Product Code</b>	CME Globex: ZC CME ClearPort: C Clearing: C TAS: ZCT
<b>Listed Contracts</b>	March (H), May (K), July (N), September (U) & December (Z)
<b>Settlement Method</b>	Deliverable
<b>Termination Of Trading</b>	The business day prior to the 15th calendar day of the contract month.
<b>Trade At Marker Or Trade At Settlement Rules</b>	Trading at settlement is available for first 3 listed futures contracts, nearby new-crop December contract (if not part of the first 3 outright), first to second month calendar spread, second to third month calendar spread, and nearest Jul-Dec spread when available (when July is listed); and are subject to the existing TAS rules. The Last Trade Date for CBOT Grain and Oilseed TAS products will be the First Position Day (FPD) of the front-month contract (FPD is the second to last business day in the month prior to the nearby contract month).
<b>Settlement Procedures</b>	Corn Settlement Procedures
<b>Position Limits</b>	CBOT Position Limits
<b>Exchange Rulebook</b>	CBOT 10
<b>Price Limit Or Circuit</b>	Price Limits
<b>Vendor Codes</b>	Quote Vendor Symbols Listing
<b>Last Delivery Date</b>	Second business day following the last trading day of the delivery month.
<b>Grade And Quality</b>	#2 Yellow at contract Price, #1 Yellow at a 1.5 cent/bushel premium #3 Yellow at a 1.5 cent/bushel discount

Zdroj: CME, 2015



Pro přepočítání na metrický systém je tedy možno užít následujících vztahů:

**Tabulka č. 6: Převod kontraktu na metrický systém**

Kontrakt 5000 bušlů	cca 127 tun
Cena kontraktu	kontrakt * 50 USD
Přepočítání na tunu	1t = 39,37 bušlů
Přepočítání na bušl	1 bušl = 0,0254 t

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2015

Výše uvedených vztahů může být užito k přepočtu cen a převodu na metrický systém.

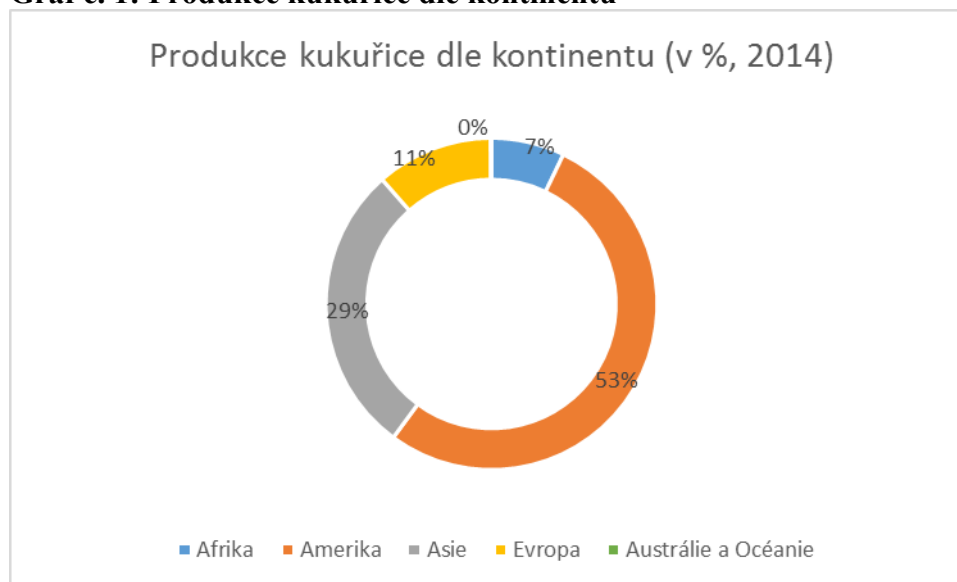
#### 4.1.1 Fundamentální faktory působící na trh s kukuřicí

#### 4.1.2 Nabídka

##### 4.1.2.1 Produkce

Na celosvětové produkci kukuřice se z kontinentů nejvíce podílí Amerika s podílem 53 %, následuje Asie, tažená především čínskou produkcí s podílem 29 % na celosvětové produkci. Jedenácti a sedmi procentní podíl náleží Evropě a Africe. Naprosto minimální podíl (menší než 0,5 %) připadá pak na Austrálii a Oceánii. Jednotlivým státům je pak věnována pozornost níže.

**Graf č. 1: Produkce kukuřice dle kontinentu**

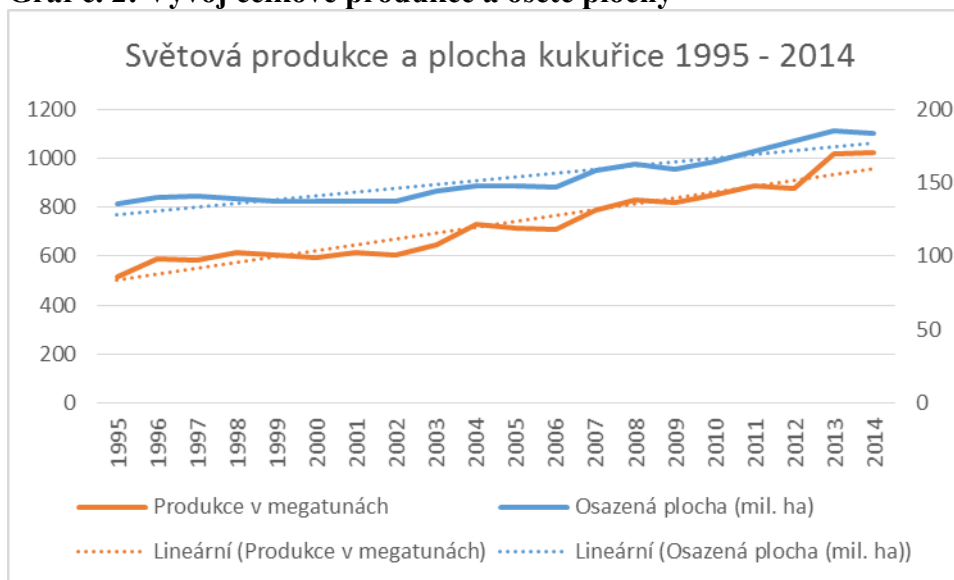


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Úhrn celosvětové produkce kukuřice v letech 1995 - 2014 je pak zachycen na grafu č. 2, kde je patrný nárůst produkce (hodnoty levé vertikální osy). Ve sledovaném období roční produkce

kukuřice rostla tempem 3,81 % ročně. Současně s produkcí rostla i plocha užitá pro pěstování kukuřice (hodnoty pravé vertikální osy grafu č. 2). Průměrné roční tempo růstu bylo v tomto případě 1,63 %.

**Graf č. 2: Vývoj celkové produkce a oseté plochy**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Obě sledované hodnoty, tedy produkci a osetou plochu lze vyjádřit lineární funkcí. Za užití prosté lineární regrese, kdy vývoj sledované proměnné je závislý na čase lze pak vyjádřit jako:

$$Y = 477,61 + 24,115x$$

S koeficientem determinace  $R^2 = 0,9212$

**Tabulka č. 7: Popisná statistika „světové produkce“**

Produkce v megatunách			
Sř. hodnota	730,819	Šikmost	0,584
Chyba sř. hodnoty	33,238	Minimum	517,296
Medián	710,264	Maximum	1021,617
Směr. odchylka	148,644	Součet	14616,390
Rozptyl výběru	22095,027	Počet	20,000
Špičatost	-0,652		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Kde x je časovou proměnnou

A pro vývoj oseté plochy pak:

$$y = 125,49 + 2,5947x$$

S koeficientem determinace  $R^2 = 0,8568$

Kde x je časovou proměnnou

**Tabulka č. 8: Popisná statistika „oseť plocha“**

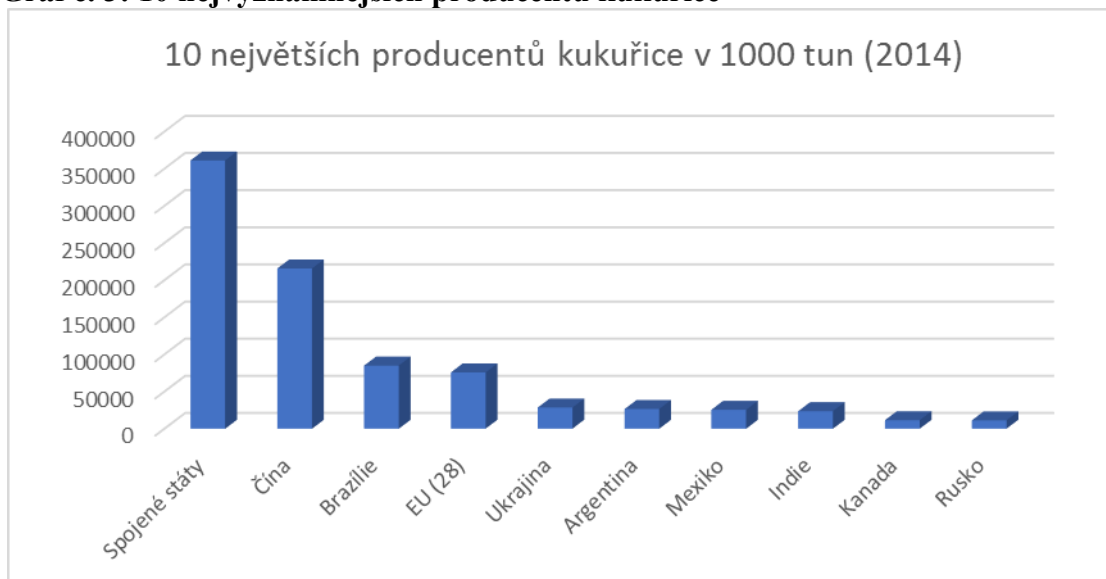
Osetá plocha (mil. ha)			
Stř. hodnota	152,731	Šikmost	0,825
Chyba stř. hodnoty	3,708	Minimum	135,801
Medián	147,097	Maximum	185,672
Směr. odchylka	16,584	Součet	3054,614
Rozptyl výběru	275,019	Počet	20,000
Špičatost	-0,618		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Obě sledované křivky svědčí o téměř lineárním růstu obou sledovaných proměnných. Nicméně je patrné, že k růstu v absolutních hodnotách dochází až po začátku nového tisíciletí, konkrétně po roce 2001. Tento časový úsek zároveň pak i odpovídá době, kdy začíná býci trend jak pro akciové, tak komoditní trhy.

Jak již bylo uvedeno výše, Spojené státy jsou největším světovým producentem, spotřebitelem i exportérem kukuřice na světě (361 091 000, 301 854 000, resp. 46 673 000 tun v roce 2014) s více než 35% podílem na světové produkci v roce 2014. Dalším neméně významným producentem je Čínská lidová republika. Následuje Brazílie a EU. Čínská lidová republika nepatří mezi 10 největších exportérů, neboť většina produkce je spotřebována na tamním trhu, viz graf č.7.

**Graf č. 3: 10 nejvýznamnějších producentů kukuřice**



Zdroj: USDA, 2015

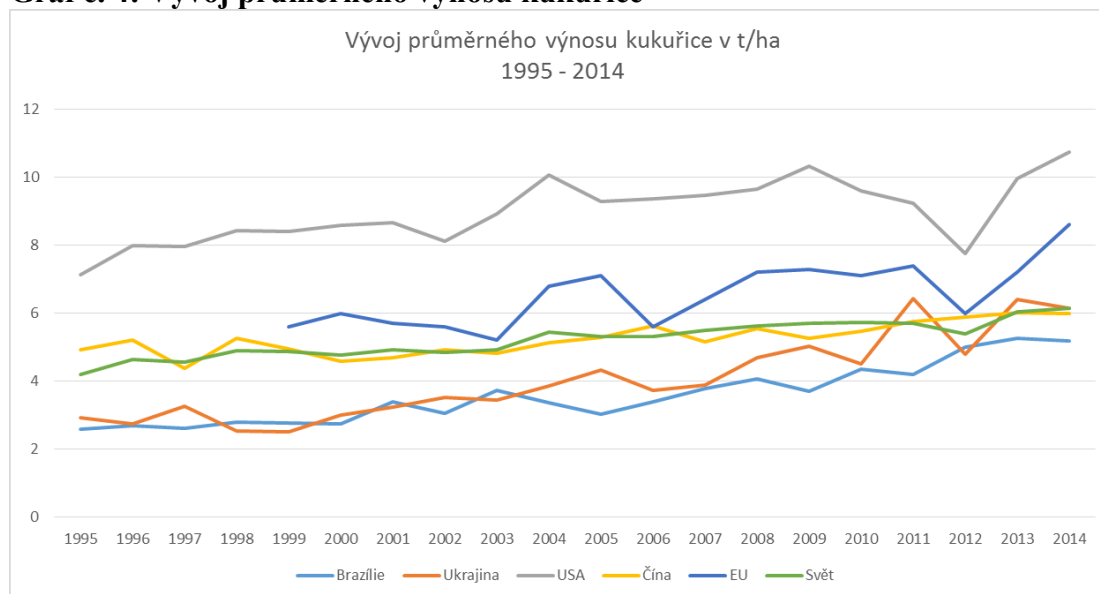
Graf č. 4 ilustruje pořadí nejvýznamnějších producentů pro rok 2014 na základě množství sklizené kukuřice v daném roce. Produkce v Číně odpovídala cca 60 % produkce USA a 21,38 celosvětové produkce. Další významný rozdíl v úrovni produkce je patrný pro Brazílii a EU, jejichž produkce odpovídala 8,43, resp. 7,52 % celkové světové produkce. Následují Ukrajina, Argentina, Mexiko a Indie s podílem od 2,82 do 2,35 % celkové světové roční produkce v roce 2014. Výběr uzavírá Kanada a Rusko s produkcí odpovídající 1,14 a 1,12 procentům celosvětové produkce kukuřice za rok 2014.

#### **4.1.2.2 Výnosnost**

Z grafu č. je možné vypočítat rostoucí trend u výnosu na hektar v tunách. Spojené státy americké pak mají průměrný výnos za posledních sledovaných 10 let (2005 – 2014) 9,54 t/ha, což je nejvíc ze všech hodnocených, následuje EU s průměrným výnosem 7 t/ha, Čína s 5,6, Ukrajina s 5 t/ha a Brazílie s 4,2 t/ha. Co se týká Evropské unie, tak souhrnná data jsou k dispozici od roku 1999, a je třeba připočítat vliv rozšiřování Unie o další členy a jejich adaptace na SZP (CAP). Zde je nutné rovněž zmínit užití geneticky modifikované kukuřice, které je typické pro USA, Brazílii a omezeně pro EU a Čínu (přestože jiné GMO plodiny se v Číně běžně pěstují), Ukrajina užívá GMO kukuřice teprve v posledních letech. Rostoucí výnosy jsou dalším z vlivů, který se podílí na množství nabízené kukuřice na světových trzích. Užití GMO

kukuřice je významným fundamentem, ale ne vždy znamená ekonomický přínos, navíc v mnoha zemích je její užití stále omezováno legislativně (EAGRI, 2015). Skrze výše uvedené je ale celosvětový trend využití technologie GMO v pěstování kukuřice rostoucí (USDA, 2014).

**Graf č. 4: Vývoj průměrného výnosu kukuřice**



Zdroj: FAOSTAT a USDA, 2015

Vývoj a změna výnosu pro průměr dvou sledovaných desetiletí jsou pak zachyceny v tabulce č. 9, z té je patrné, že největší progres zaznamenala Ukrajina, a to jak ve změně relativní (v %), tak ve změně absolutní, jejíž průměrný výnos na hektar i tak ale je společně s Brazílií nejmenším z pěti sledovaných a téměř poloviční s prvními Spojenými státy.

**Tabulka č. 9: Procentní změna výnosu na hektar ve vybraných zemích**

	Brazílie	Ukrajina	USA	Čína	EU	Svět
Průměr 1995 - 2014	3,59	4,05	8,98	5,24	6,55	5,65
Průměr 1995 - 2004	2,98	3,11	8,43	4,89	5,82	4,81
Průměr 2005 - 2014	4,20	5,00	9,54	5,60	6,99	5,23
Změna v %	41,11	60,96	13,19	14,54	20,17	8,68
Změna absolutní t/ha	1,22	1,89	1,11	0,71	1,17	0,42

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT a USDA, 2015

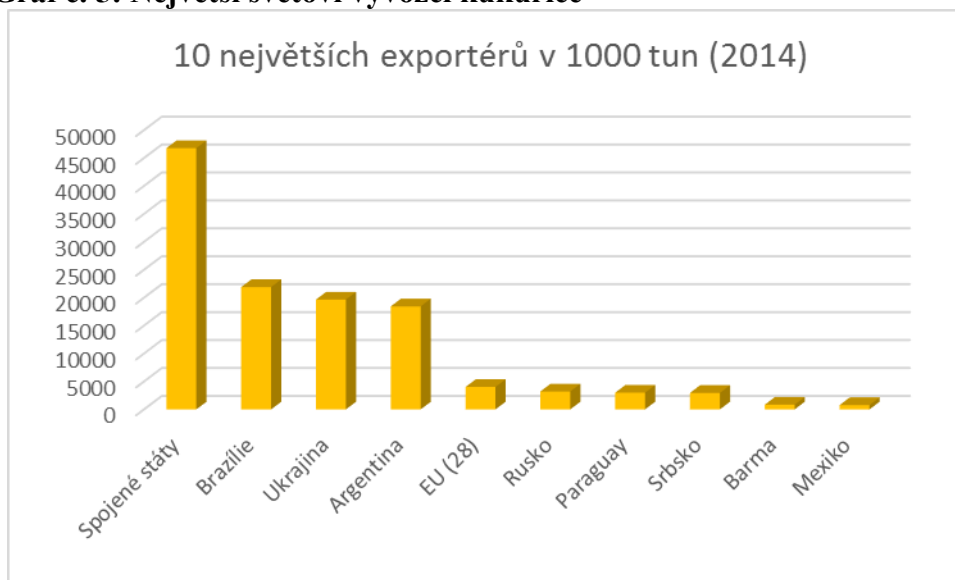
Graf č. 4 ilustruje stoupající výnosnost v tunách na hektar pro celosvětový průměr v letech 1995 – 2015, i zde se projevuje využití nových technologií, vyšší míra fertilizace a chemického ošetření, což odpovídá i rostoucí intenzifikaci zemědělství.

Celosvětový průměr pro výnosnost může být zároveň určitým podkladem pro srovnání výnosnosti konkrétní země. Zde je zapotřebí ještě vzít v potaz klimatické podmínky dané země.

#### 4.1.2.3 Export

Z grafu č. 5 je patrné, že největším exportérem kukuřice na světě jsou Spojené státy, které exportují cca 45 milionů tun kukuřice ročně a na celosvětovém exportu kukuřice (127 816 000 tun v roce 2014) mají více jak 36% podíl. Následuje Brazílie, Ukrajina a Argentina se zhruba polovičním exportem a podílem na celosvětovém vývozu 17,14 %; 15,38 %; a 14,43 % v roce 2014. Další o třídu nižší vývozci jsou EU (28), Rusko, Paraguay a Srbsko se sestupným podílem 3,15 do 2,32 % v poměru k exportu USA během sledovaného období. Barma a Mexiko se pak podílejí 0,67, resp. 0,61 % na světovém vývozu této komodity.

**Graf č. 5: Největší světoví vývozci kukuřice**



Zdroj: USDA, 2015

Produkce i export se mimo jiné odvíjí od poptávky, které bude věnována pozornost dále. Zajímavé je srovnání největších exportérů s největšími producenty. Druhým největším producentem je Čína, která se nevyskytuje mezi prvními deseti největšími exportéry za rok 2014. Z toho se dá usuzovat, že většina z 215 646 000 tun vyprodukované kukuřice byla v Číně rovněž

spotřebována. Dále v části identifikující poptávku je Čína řazena mezi 10 největších dovozců kukuřice s hodnotou 5 516 000 tun za rok 2014. Čína je tak druhým největším spotřebitelem kukuřice na světě hned za Spojenými státy. Za pozornost ještě stojí úhrn exportů a importů kukuřice pro EU, kdy je exportováno 4 030 000 tun, a zároveň za sledovaný rok import představoval hodnotu 8 756 000 tun. Tato situace může naznačovat případnou, byť drobnou, neefektivitu trhu, budou-li v potaz brány transakční náklady a zachován předpoklad, že pořízení či dodání zboží v rámci EU je levnější než obchod se 3. zeměmi.

#### **4.1.2.4 Náklady a dotace**

Vyšší produktivita v USA a EU je vykoupena vyššími náklady na jednotku produkce. Zejména pracovní síla a cena půdy (pachtovné) jsou nepoměrně vyšší než v další sledovaných státech. Průměrné náklady na 1 bušl kukuřice v USA v roce 2014 činily zhruba 2,3 USD, přičemž cena na světových trzích oscilovala okolo hodnoty 3,5 USD/bušl (ers USDA, 2015). Dalším významným prvkem v EU a USA je dotační politika, která ovlivňuje agrární sektor těchto významných světových producentů a exportérů, a přímo se dotýká jejich konkurenceschopnosti (Capitanio, et al. 2011), (Zhu et al. 2012).

#### **4.1.2.5 Počasí**

Vliv počasí je dalším silným fundamentem, který působí na straně nabídky a vyprodukovaného množství kukuřice (World Bank, 2014). Jeho vliv je ale těžko postižitelný jednak proto, že na světové produkci se větší měrou podílí více zemí z různých kontinentů, a rovněž proto, že je komplikované jej nějak souhrnně ohodnotit.

Zřejmě nejvýraznější vliv na světovou produkci zrnin obecně mají jevy El Niño a La Niña, neboli tzv. jižní oscilace. Tyto jevy působí na intenzitu tichomořského proudu, a tím ovlivňují počasí především v Americe a Asii, kde mají za následek nadprůměrné srážky v oblasti Jižní a střední Ameriky a sucha v Asii (NOAA, 2015).

Průběh indexu od v letech 1995 – 2015 je pak znázorněn v grafu č. 6, kde je rovněž zachycen průběh ukazatele historické volatility a ukazatel SOI. Lze konstatovat, po podrobnějším zkoumání tohoto ukazatele, že není možné stanovit pravidlo pro to, jak vliv počasí měřený pomocí SOI ovlivňuje cenu nebo volatilitu trhu. Nicméně, i skrze výše uvedené, lze ukazatel

SOI užit jako významný indikátor značící jeden z fundamentů, který na trhy má vliv. Problém je jeho vliv kvantifikovat a systemizovat z důvodu velkého množství působících faktorů.

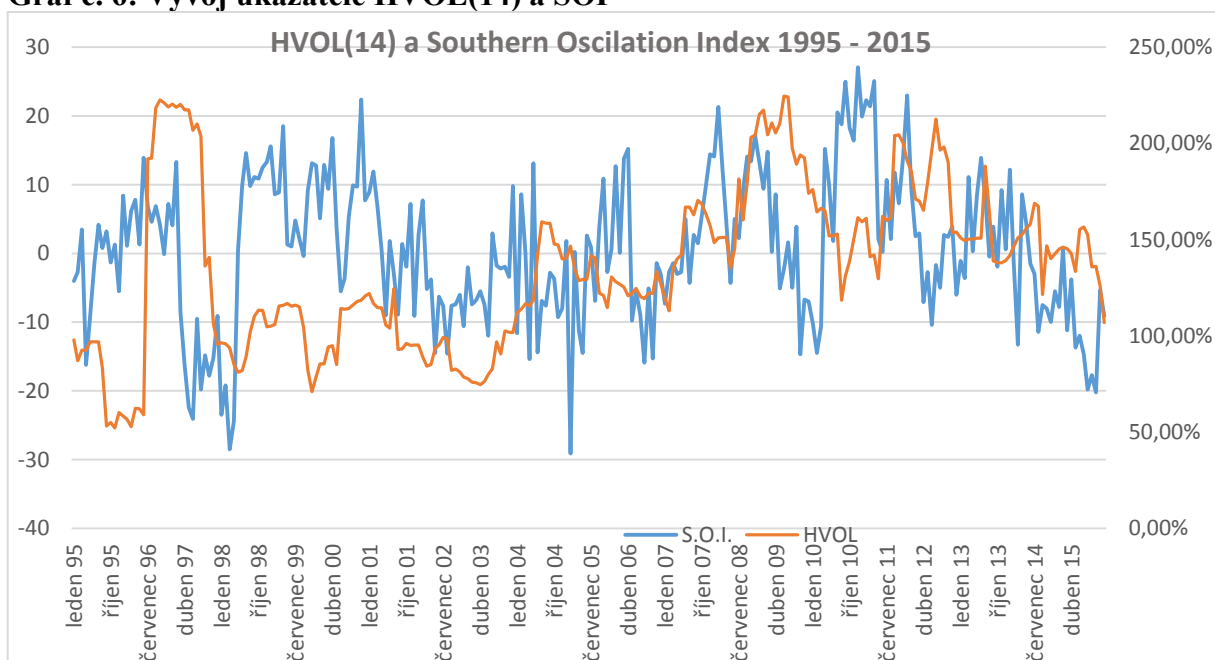
**Tabulka č. 10: Korelační matice pro index SOI a cenu kukuřice**

	CP	Cpt-1	Cpt-2	Cpt-3	Cpt-4	Cpt-5	Cpt-6
SOI	0,25	0,26	0,26	0,27	0,30	0,29	0,30
SOI MA5	0,33	0,34	0,35	0,36	0,37	0,36	0,36
		Cpt-7	Cpt-8	Cpt-9	Cpt-10	Cpt-11	Cpt-12
SOI		0,30	0,29	0,28	0,27	0,25	0,23
SOI MA5		0,35	0,33	0,31	0,30	0,28	0,27

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME a BOM, 2016

Zpoždění hodnot bylo testováno z důvodu existence předpokladu, že projevy spojené s vyššími hodnotami SOI teprve následují tento index. A na výkyvy počasí pak později reagují ceny komodit. Nejvyšší hodnota korelace byla zjištěna pro hodnotu zpožděnou o šest měsíců. Zároveň bylo testováno vyrovnání řady SOI pomocí klouzavého průměru s periodou 5 měsíců MA5. Této periody se užívá k odstranění nahodilých výkyvů indexu. Nejvyšších hodnot bylo pak dosaženo pro zpoždění indexu SOI a ceny kukuřice (CP) o 6 měsíců ( $SOI_{t-6}$ ) s hodnotou 0,3, resp. 0,36 pro SOI MA5. Tato hodnota neindikuje vztah mezi danými časovými řadami.

**Graf č. 6: Vývoj ukazatele HVOL(14) a SOI**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME a BOM, 2016



Při užití indexu SOI se za abnormální považují hodnoty větší než 8, či menší než - 8. Kdy při záporných hodnotách menších než - 8 lze hovořit o jevu El Niño. Tento jev pak má za následek oteplování centrální a východní části Tichého oceánu, což vede k poklesu intenzity větru, který vane v Pacifiku. Tento pokles pak dále vede k poklesu srážek během zimy a jara nad východní Austrálií, a rovněž i Asii, naopak dochází k většímu výskytu srážek ve Střední a Severní Americe.

Hodnoty větší než +8 udávají působení jevu La Niña. Tento jev má naopak za následek silnější vítr v Pacifiku a chladnější vody v centrální a východní části Tichého oceánu. To pak zvyšuje pravděpodobnost abnormálních srážek v Austrálii, Asii a naopak nedostatek srážek ve Střední a Severní Americe.

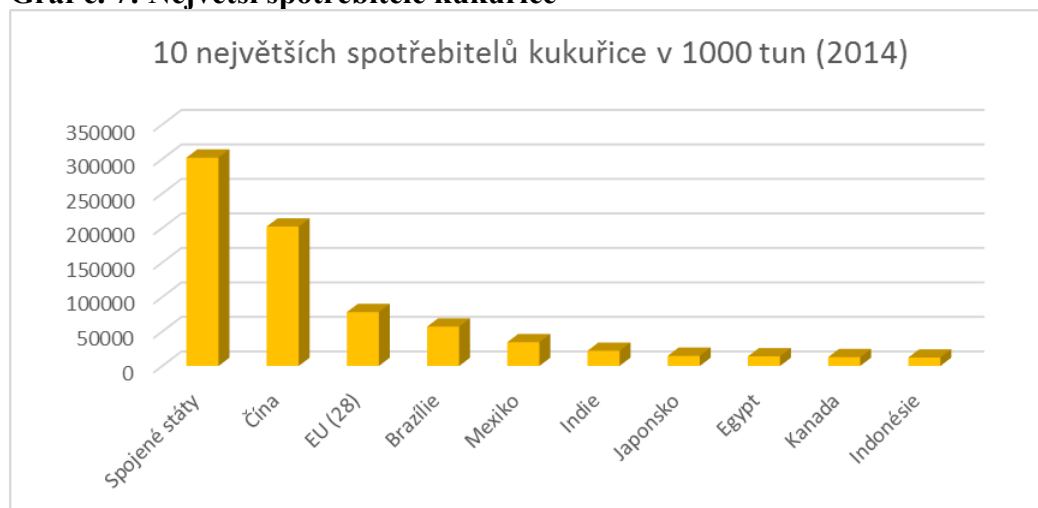
### 4.1.3 Poptávka

#### 4.1.3.1 Největší spotřebitelé

Mezi největší spotřebitele patří Spojené státy, ty jsou zároveň i největším exportérem a producentem kukuřice ve sledovaném roce 2014. Poptávka po kukuřici ve Spojených státech odpovídala v roce 2014 30,93 % celosvětové spotřeby.

Dotační politice USA a zároveň využívání technologie GMO byla již věnována pozornost výše. Jen pro upřesnění je třeba uvést, že GMO může být zároveň překážkou pro obchod, protože existují státy, kde jsou dovoz a užití těchto plodin legislativně omezeny.

**Graf č. 7: Největší spotřebitelé kukuřice**

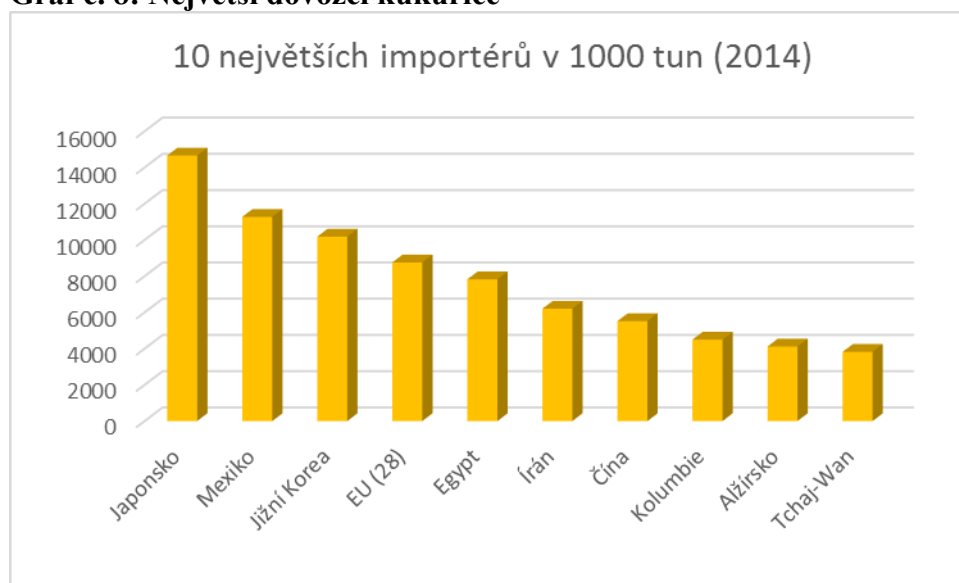


Zdroj: USDA, 2015

Významné rozdíly v oblasti spotřeby jsou z grafu jasně patrné. Na prvním místě jsou Spojené státy, jejichž poptávka a spotřeba kukuřice dle využití jsou ilustrovány v grafu. č. 9. Následuje Čína, jejíž spotřeba dosahovala 202 milionů tun, což odpovídá 20,7 % světové spotřeby kukuřice. Spotřeba v EU dosahovala téměř 8 % ve sledovaném roce. Brazílie, Mexiko a Indie se pak podílely na celkové světové spotřebě kukuřice 5,84, 3,53 a 2,25 procenty. Spotřeba zbylých sledovaných států nepřesahovala 1,5 % světové spotřeby.

Následující graf. č. 8. pak ilustruje situaci v oblasti dovozů kukuřice. Tato situace byla již nastíněna výše. Pro doplnění je nutno uvést, že zcela chybí Spojené státy v první desítce světových dovozců kukuřice za rok 2014. Z toho tedy plyne, že USA mají nejvyšší produkci, výnosnost v tunách na hektar, spotřebu i export, a jsou tedy nejvýznamnějším světovým pěstitelem této komodity.

**Graf č. 8: Největší dovozci kukuřice**



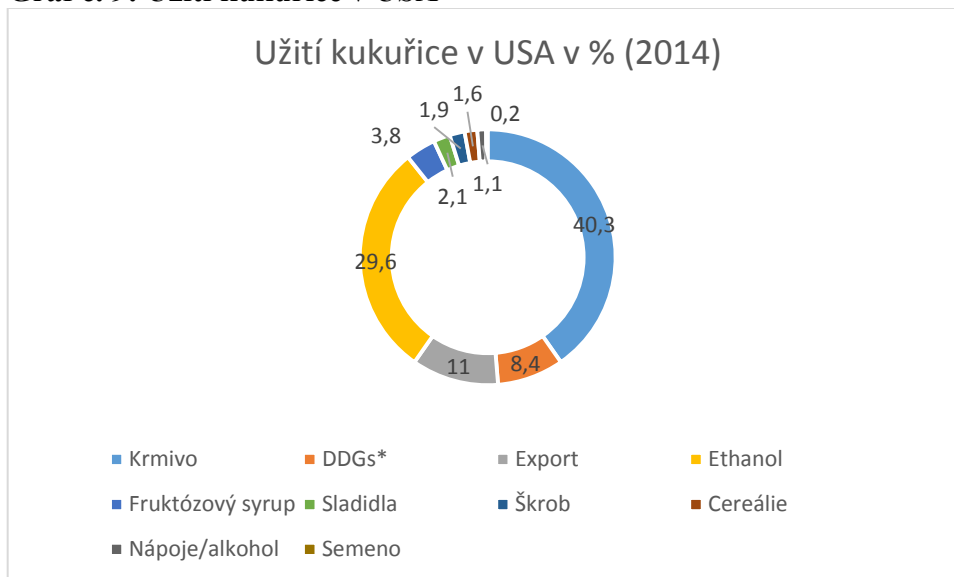
Zdroj: USDA, 2015

Rozdíly v importu nejsou tak významné jako u ostatních sledovaných parametrů a zároveň jejich pokles od největšího k nejmenšímu je plynulejší.

Co se týká spotřeby v USA, jakožto nejvýznamnějšího producenta kukuřice, tak zde poptávkovou stranu silně ovlivňuje užití kukuřice pro výrobu biopaliv, resp. ethanolu. Ten představuje cca 30 % celkové domácí spotřeby kukuřice v USA. Dále je pak kukuřice užívána

coby krmivo 40,3 % a v potravinářství 10,5 %. Na export pak připadá zhruba 11 % domácí produkce. Tento stav je zachycen na grafu. č. 9.

**Graf č. 9: Užití kukuřice v USA**



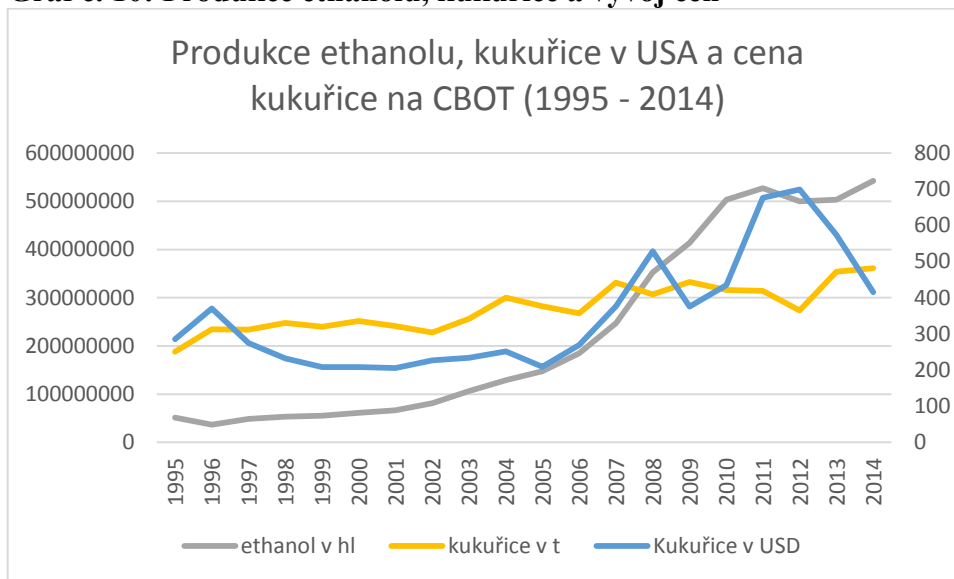
Zdroj: USDA, feed outlook, 2014

\*DDGs jsou zbytky z produkce ethanolu, sladidel a škrobů, dají se použít jako krmivo.

1 gallon = 3,78541178 litru

Spotřeba ethanolu coby biopaliva je příkladem, kdy stát skrze svou politiku ovlivňuje poptávku po dané komoditě. Zároveň je příkladem, kdy je tento vliv viditelný, viz graf č. níže. Zde je patrný růst ceny kukuřice na světových trzích srovnaný s růstem produkovaného ethanolu.

**Graf č. 10: Produkce ethanolu, kukuřice a vývoj cen**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat, USDA, FAO a CME, 2015

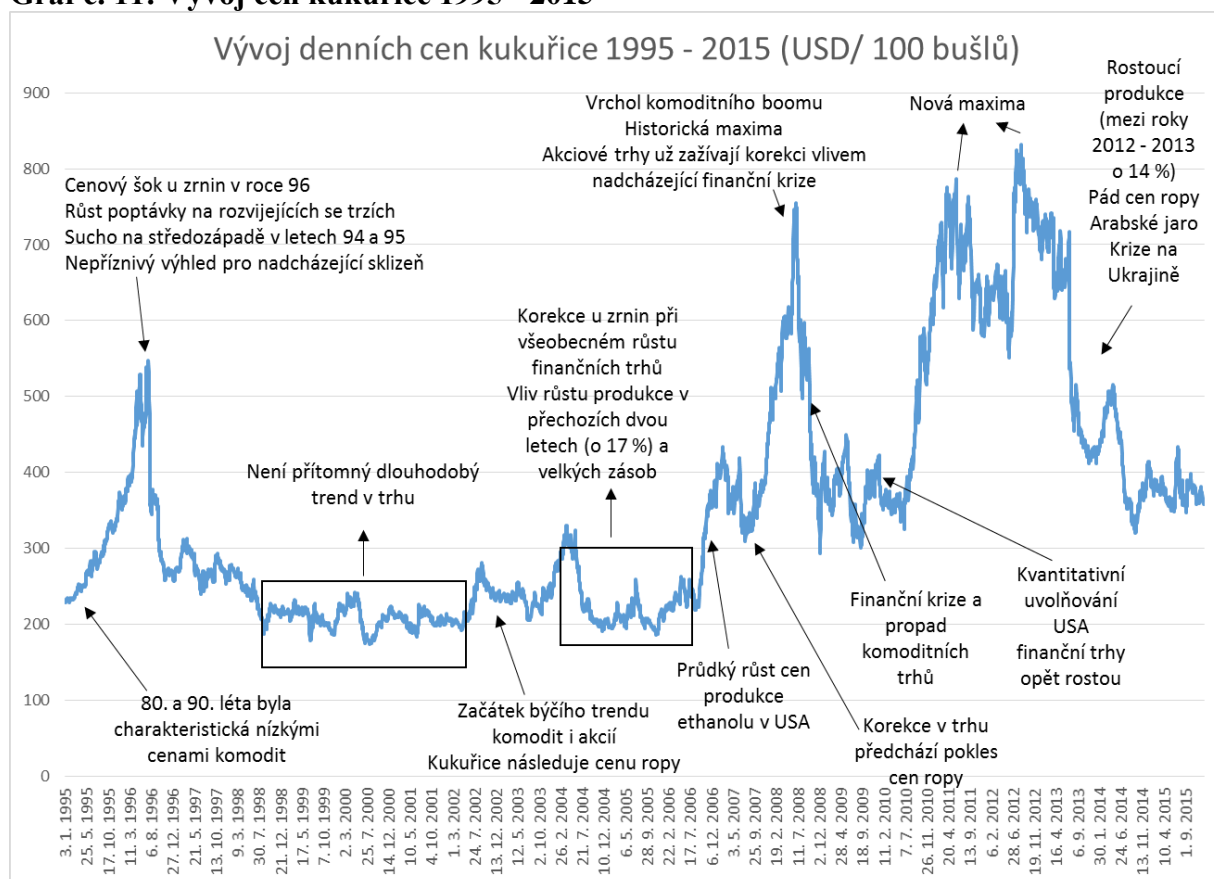
Situace, kdy je růst cen dané komodity spojen s rostoucím množstvím daného produktu, pro který je jí užíváno, není vždy takto zřetelný. Níže bude naznačeno, že v daném období podobným tempem rostla podstatná část komoditního trhu. Tento fakt činí určení kauzality mezi růstem spotřeby ethanolu a ceny kukuřice, coby hlavní suroviny pro jeho výrobu, nejistým. Je zjevné, že celosvětová produkce biopaliv zapříčinila růst ceny potravin, a to zejména v nejméně vyvinutých zemích světa (Zilberman, et al., 2013). Zároveň se nabízí dedukce, že to byl jeden z významných fundamentů, který ovlivnil cenu komodit v minulých letech. V tomto případě se de facto jedná o situaci, kdy se nárazově zvýšená poptávka po několika specifických komoditách přelije do celého komoditního trhu. Je tomu i proto, že mnohé komodity působí více či méně jako vzájemné substituty a zvýšená poptávka a cena jedné komodity pak ovlivní poptávku i ceny ostatních komodit, což dále ztěžuje kvantifikaci jednotlivých vlivů a užití těchto fundamentů jako systémového prvku pro politiky daného odvětví jednotlivých zemí, či začlenění do investiční strategie.

#### **4.1.3.2 Vývoj cen na světových trzích**

Vývoj denních závěrečných cen kukuřice a její volatility ve sledovaném období let 1995 – 2015 je zobrazen výše. Graf č. 11 zachycuje průběh denních závěrečných cen pro kontrakty kukuřice CBOT. Pro získání dat časové řady bylo užito tzv. rolování (z anglického roll over, pozn.

autora), kdy na sebe navazují nejbližší kalendářní futures kontrakty. Nepřehledně může působit nesoulad mezi anglo-americkou soustavou a metrickým systémem, kdy ceny na CBOT jsou kótovány v centech za bušl a jeden kontrakt u sledovaných komodit má objem 5000 bušlů. Pro zjednodušení jsou ceny uvažovány jako cena v USD odpovídající 100 bušlům dané komodity.

**Graf č. 11: Vývoj cen kukuřice 1995 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME a farmdoc, 2016

Konec 80. a počátek 90. let minulého století představoval období relativně nízkých cen komodit bez výrazného trendu. Nicméně v roce 1996 přichází cenový šok, který, jak bude patrné z dalšího srovnání, se projevil výrazně právě u zrnin. Ze sledovaných komodit se růst cen projevil nejvýrazněji právě u kukuřice, kde nárůst činil 45 % oproti předcházejícímu marketingovému roku. Za tímto růstem pak tkvěl nárůst poptávky, sucha na středozápadě USA, coby významného producenta, snížení zásob a nepříznivá předpověď nadcházející sklizně (Light a Shevlin, 1996). Po tomto období následuje pokles opět na úroveň oscilace okolo hranice 200 USD, což je i úroveň, která byla běžná v období na přelomu 80. a 90. let. Bez výrazného

trendu ceny kukuřice oscilovaly okolo hranice 200 USD až do konce roku 2001. Pak přichází období, které bývá občas označováno jako začátek býčího trhu komodit. V tomto období v letech 2002 až 2009 skutečně došlo k výraznému růstu cen komodit. Nicméně ceny kukuřice z počátku rostly spíše zvolna a za přítomnosti výrazných korekcí, např. v letech 2005 – 2006. Nicméně během tohoto období rostla hodnota akcií (měřeno akciovým indexem S&P500). V roce 2001 pak praskla tzv. „internetová bublina“ a akciové trhy zaznamenaly výrazný pokles, viz graf č. 11. Kromě společného vývoje s akciovými či komoditními indexy za pozornost stojí i vývoj měnových agregátů. Níže byly ke srovnání zařazeny agregáty M1 a M2 pro Spojené státy. Nicméně vliv zvětšování množství peněz ve světové ekonomice a jeho vliv na rostoucí hodnotu komodit či jiných aktiv by bylo vhodné modelovat při započtení dalších měnových agregátů, např. pro Euro a další.

V roce 2002 začínají růst ceny ropy a ostatní komodity se přidávají s mírným zpožděním a s prodlevou rovněž následuje cena akcií. V roce 2005 pak přichází u zrnin korekce způsobená nárůstem produkce, viz graf č. 15 zachycující celosvětový vývoj stavu zásob. Ceny kukuřice zaznamenají růst v roce 2006, kdy ceny vzrostou opravdu výrazně a připojují se k trendu, který už započal jak u ropy, tak akcií (farmdoc report, 2006). V tomto období začíná rovněž významnou roli hrát produkce biopaliv, konkrétně ethanolu v USA (Babcock a Fabiosa, 2011). Období od roku 2007 je charakteristické podobným vývojem jak pro komoditní, tak pro akciový trh. Budou-li pominuty dílčí korekce v jednotlivých trzích, tak vývoj sledovaných indexů S&P500, S&PGSCI a cen kukuřice je velice podobný až do roku 2013, kdy komoditní trh zažívá korekci a akcie pokračují dál v růstu. V letech 2011 a 2012 ceny kukuřice dosahují svých historických maxim na úrovni oscilující 800 USD za bušl, což představuje nárůst o více jak 400 % oproti korekci v druhé polovině roku 2005, kdy ceny krátkodobě klesly pod 200 USD. Toto představovalo nárůst s průměrným ročním tempem přesahujícím 50 %. Konkrétně pak cena kukuřice v prosinci 2006 vzrostla o 80,88 % oproti prosinci roku 2005. Tento prudký nárůst následovala korekce spojená s finanční krizí, která započala začátkem roku 2008. V druhé polovině roku 2009 nastává obecný růst finančních trhů. Ten u komodit trvá až do roku 2013, kdy přichází další pokles cen. Zde svou roli zřejmě sehrál pokles cen ropy, kdy Saudská Arábie coby nejvýznamnější člen sdružení OPEC, rozhodla o odstranění limitů těžby, což mělo za

následek nadprodukcí a pokles cen ropy, a následně kukuřice i komoditních indexů (Krane, 2015).

V současné době jsou ceny komodit nízké, což se začíná projevovat negativně na ekonomikách velkých komoditních producentů (Rusko, Brazílie, Čína, atd..).

**Tabulka č. 11: Charakteristika ZC close LT daily 1995 - 2015**

Stř. hodnota	353,679	Špičatost	0,254
Chyba stř. hodnoty	2,198	Šikmost	1,121
Medián	301,250	Minimum	174,750
Modus	206,750	Maximum	831,250
Směr. odchylka	159,755	Součet	1869193,250
Rozptyl výběru	25521,697	Počet	5285,000

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Co se daných cen týká a jejich historických maxim, tak na grafu č. 11 je patrný významný růst cen v červnu roku 1996, kdy ceny dosahují svého historického maxima na hodnotách převyšujících 530 USD (ceny kótovány CME v bušlech kukuřice). Následuje pokles v druhé polovině téhož roku pod počáteční cenovou hladinu.

Další významný trend nastává v druhé polovině roku 2006 a trvá do první poloviny roku 2008, kdy ceny dosahují nových historických maxim s hodnotou blížíící se 750 USD. Druhá polovina roku 2008 je pak charakteristická výraznou korekcí na hodnoty v rozmezí 300 – 400 USD.

Další významný vzestupný trend následuje v druhé polovině roku 2010 a trvá s korekcí až do konce první poloviny roku 2013. Ceny dosahují během tohoto období nových historických maxim a přesahují psychologickou hranici 800 USD. V druhé polovině roku 2013 následuje strmá korekce a fluktuace cen okolo hodnoty 400 USD v závěru sledovaného období.

Cena dané komodity se nevyvíjí v čase izolovaně na základě působících vlivů (fundamentů). Svou roli sehrává chování trhu a jeho účastníků jako takové. Tento pojem je označován jako psychologie trhu a je samostatnou kapitolou, jež se snaží vysvětlit chování trhu a cenové trendy. Stejně jako pro ostatní analýzy se dá říci, že jsou více úspěšné až jako ex-post analýzy, nikoliv ex-ante. Další významný jev je vzájemné ovlivňování trhů, ať už v rámci daného sektoru (zemědělství, energie, finančnictví, atd...), tak napříč sektory. Tato situace je zachycena na grafu č. 12.

**Tabulka č. 12: Charakteristika ZC close LT weekly 1995 - 2015**

Stř. hodnota	353,755	Špičatost	0,257
Chyba stř. hodnoty	4,835	Šikmost	1,120
Medián	300,250	Minimum	174,750
Modus	204,500	Maximum	824,500
Směr. odchylka	159,985	Součet	387362,250
Rozptyl výběru	25595,296	Počet	1095,000

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

**Tabulka č. 13: Charakteristika SP500 close LT weekly 1995 - 2015**

Stř. hodnota	1229,243826	Špičatost	0,187366942
Chyba stř. hodnoty	10,96462564	Šikmost	0,39788768
Medián	1215	Minimum	463
Modus	1066,2	Maximum	2124,6
Směr. odchylka	362,828061	Součet	1346021,99
Rozptyl výběru	131644,2019	Počet	1095

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

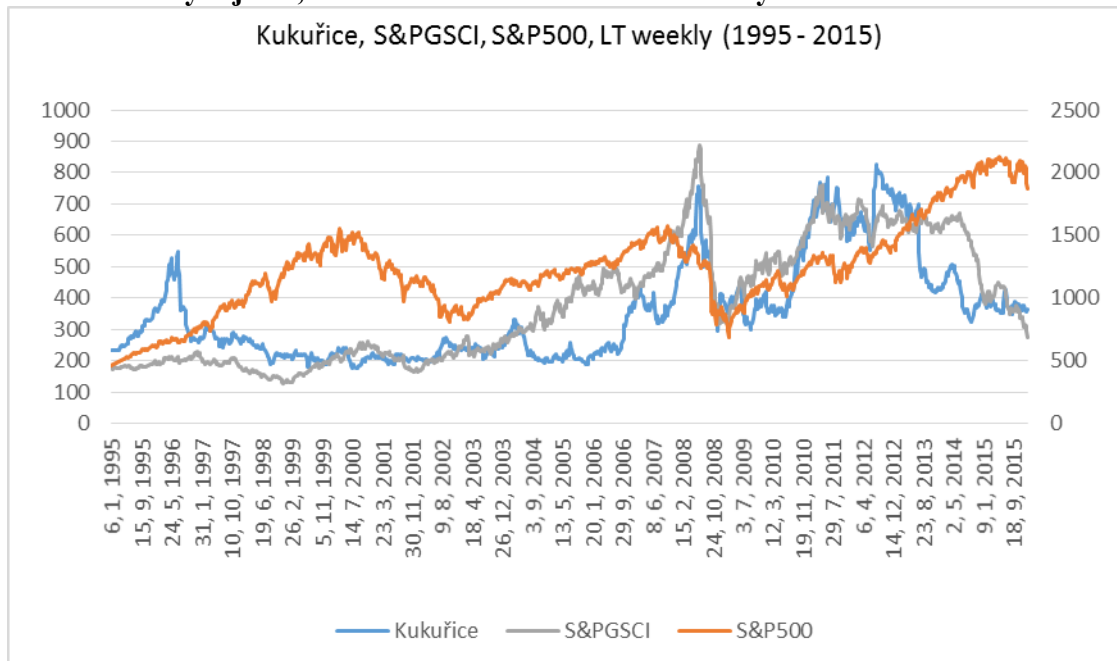
**Tabulka č. 14: Charakteristika SPGSCI close LT weekly 1995 - 2015**

Stř. hodnota	379,655	Špičatost	-1,162
Chyba stř. hodnoty	5,696	Šikmost	0,436
Medián	349,700	Minimum	127,400
Modus	648,500	Maximum	886,800
Směr. odchylka	188,480	Součet	415721,910
Rozptyl výběru	35524,723	Počet	1095,000

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016



**Graf č. 12: Vývoj ZC, SP500 a SPGSCI close LT weekly 1995 - 2016**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Graf č. 12 ukazuje srovnání vývoje týdenních cen indexů S&PGSCI, S&P500 a kukuřice. Index S&PGSCI je komoditní index, jehož převážnou (cca 70 %, složení se v čase mírně mění) část tvoří energie (Goldmansachs, 2015), a jak je z grafu patrné, koreluje s vývojem cen kukuřice (zemědělské komodity představují v úhrnu okolo 10 % hodnoty indexu, kukuřice pak cca 3,5 %). Velice zajímavou informací poskytuje rovněž vývoj indexu S&P500, což je čistě akciový index. Zde stojí za pozornost zejména růst cen v letech 2002 – 2007 a jejich následný pokles, který pak komodity následovaly o několik měsíců později. A shodně začíná růst cen počátkem roku 2009 u všech sledovaných časových řad. U S&P500 ovšem bez výrazných korekcí. Vztah mezi proměnnými sledovanými v grafu č. 12 je pak zobrazen korelační maticí v tabulce č. 15.

**Tabulka č. 15: Korelační matice SP500, SPGSCI a ZC**

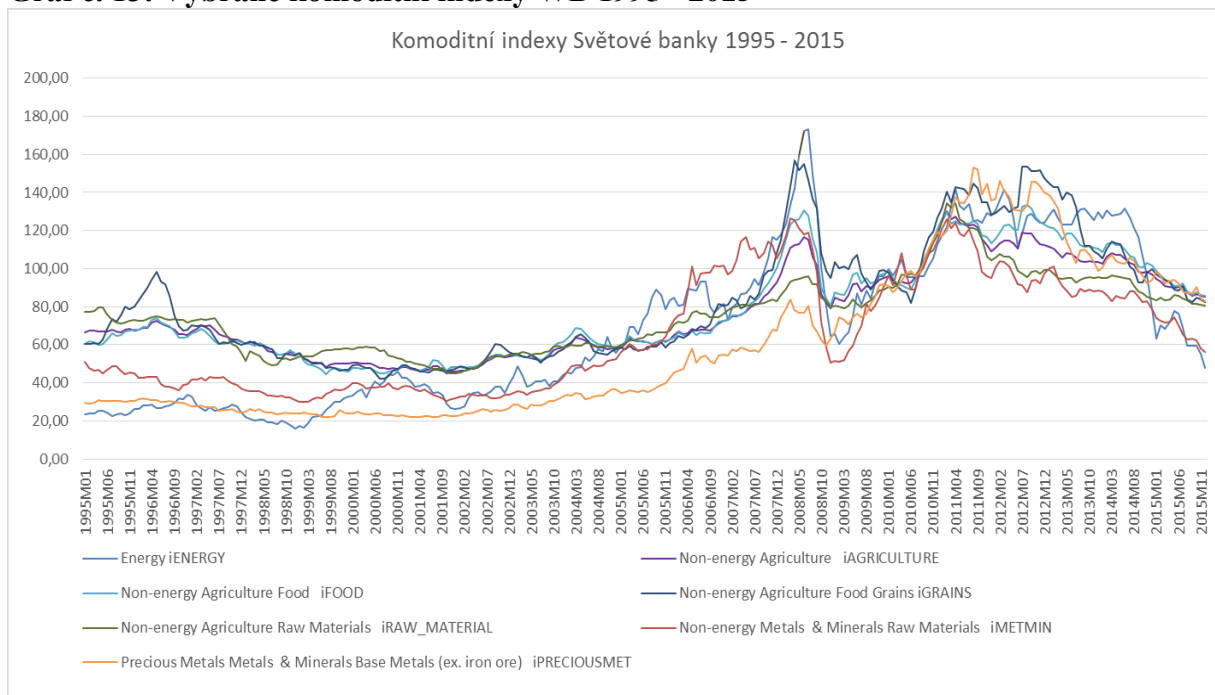
	S&P500	S&PGSCI	Kukuřice
S&P500	1,000	0,501	0,260
S&PGSCI	0,501	1,000	0,805
Kukuřice	0,260	0,805	1,000

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Hodnoty odpovídají grafickému zobrazení časových řad, kde je nejsilnější závislosti dosaženo mezi vývojem cen kukuřice a indexu S&PGSCI. Ačkoliv se tedy jedná o komoditní index, který je zaměřen především na energie.

Další zajímavé srovnání nabízejí komoditní indexy Světové banky. Vzhledem k tomu, že mají různé složení, a reflektují tak vývoj jednotlivých sektorů komoditního trhu (zemědělské plodiny, energie, drahé kovy, atd..), je možné sledovat vztah a vývoj mezi těmito sektory. Zdá se, že ceny zrnin jsou jedněmi z nejcitlivějších na změny. Tyto indexy pak nabízejí alternativu a možnost komparace k burzovně obchodovaným komoditním indexům.

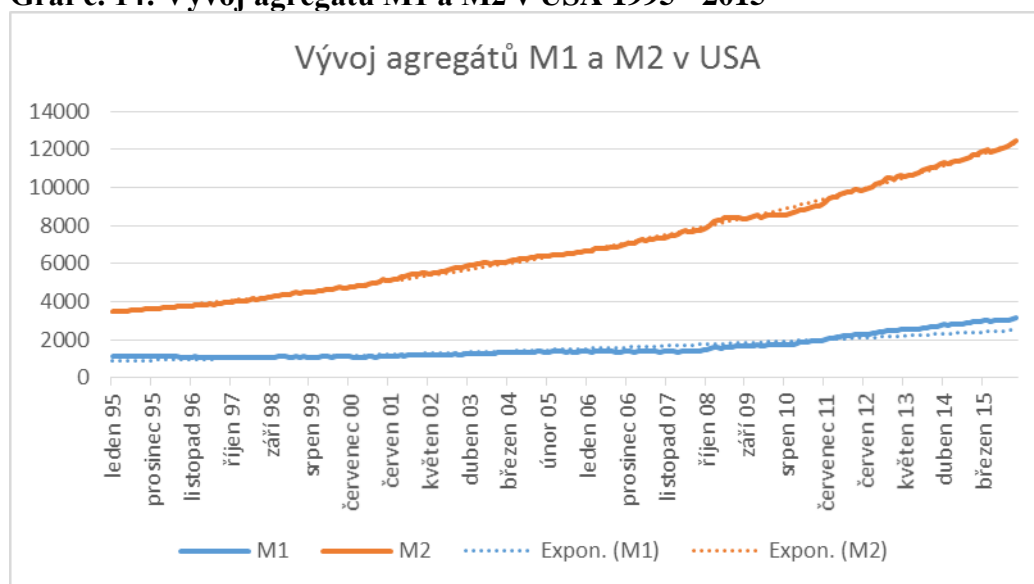
**Graf č. 13: Vybrané komoditní indexy WB 1995 - 2015**



Zdroj: World Bank, 2016

Dalším možným fundamentem, který by měl působit na ceny je množství peněz v oběhu. Zde je situace značně komplikovaná, neboť množství peněz v oběhu je spojováno s růstem cenové hladiny – inflací. Toto spojení není úplně přesné, jednak záleží na výpočtu inflace pro konkrétní stát (co je zahrnuto ve spotřebitelském koši a s jakou váhou). Dalším vlivem je, že inflace částečně podléhá hospodářskému cyklu. Při pohledu na peněžní agregáty M1 a M2 v USA v letech 1995 – 2015 na grafu č. 14 je zřejmý stálý růst peněžní zásoby v USA. Konkrétně se jedná o průměrný růst 0,41 % měsíčně pro agregát M1 a 0,51 % pro agregát M2.

**Graf č. 14: Vývoj agregátů M1 a M2 v USA 1995 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED, 2016

M1

$$y = 7,7479e^{0,0001x}$$

$$R^2 = 0,8545$$

**Tabulka č. 16: Charakteristika M1**

Stř. hodnota	1580,742	Špičatost	0,281
Chyba stř. hodnoty	37,336	Šikmost	1,257
Medián	1364,100	Minimum	1054,700
Modus	1139,300	Maximum	3147,400
Směr. odchylka	592,683	Součet	398346,900
Rozptyl výběru	351273,630	Počet	252,000

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED, 2016

M2

$$y = 10,288e^{0,0002x}$$

$$R^2 = 0,998$$

**Tabulka č. 17: Charakteristika M2**

Stř. hodnota	6963,175	Špičatost	-0,915
Chyba stř. hodnoty	160,767	Šikmost	0,456
Medián	6487,850	Minimum	3470,400
Směr. odchylka	2552,096	Maximum	12425,000
Rozptyl výběru	6513192,814	Součet	1754720,100
		Počet	252,000

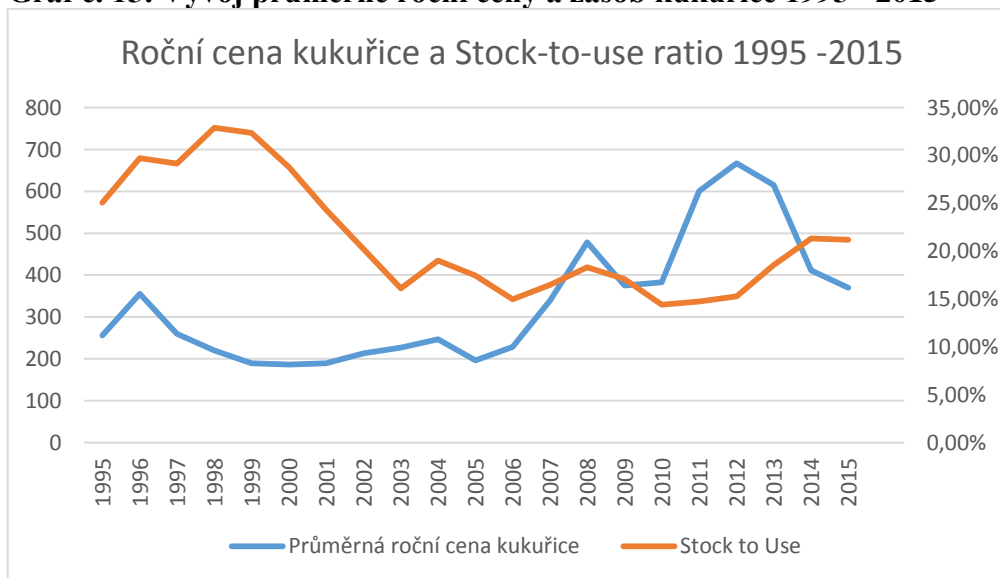
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED, 2016

**Tabulka č. 18: Tempo růstu M1, M2 a ZC**

Období	M1	M2	Kukuřice
1996 - 2000	-0,69%	6,21%	-8,24%
2001 - 2005	4,72%	6,28%	-0,03%
2005 - 2010	6,20%	5,77%	28,11%
2011 - 2015	11,05%	7,08%	-8,87%

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED a CME, 2016

**Graf č. 15: Vývoj průměrné roční ceny a zásob kukuřice 1995 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FRED a farmdoc, 2016

#### **4.1.3.3 Shrnutí fundamentální analýzy**

Je mnoho vlivů, které působí jak na poptávkou, tak nabídkovou stranu kukuřice. Mnoho z nich působí na komoditní trh jako celek a jejich vliv by bylo vhodné kvantifikovat na komoditních indexech. Dále jsou faktory, které ovlivňují trhy obecně, např. finanční krize. Její konkrétní dopad může být ale těžké predikovat, jak ukazují roky 2006 – 2010 na komoditních trzích. Zbylé faktory budou pak působit především na danou konkrétní komoditu. Platí ale, že hranice toho, jak daný faktor ovlivňuje danou komoditu, komoditní trh jako celek a finanční trhy, není pevně dána a je obtížně určitelná. Rovněž určení kauzality, tedy příčiny a následku, může být obtížné. Existuje-li ku příkladu informace, která má potenciál ovlivnit komoditní trh jako celek, tak její vliv se projeví v různých segmentech daného trhu odlišně a s jinou intenzitou. Na základě fundamentální analýzy je možné odhadnout dotčené oblasti, ale nikoliv kvantifikovat intenzitu působení. To je obecně možné ve většině případů až ex-post.

#### **4.1.4 Volatilita**

V této kapitole je věnována pozornost cenové volatilitě v trhu kukuřice za sledované období. Zároveň zde jsou analyzovány jednotlivé nástroje, které lze užít k detekci, popisu volatilitity v trhu a případně k její predikci. V předchozí práci autora bylo užíváno variačního rozpětí k určení variability souboru a jeho volatilitity. Nicméně v těchto případech nebyla analyzována cena jako taková, ale kalendářní spready daných komodit. Pro určení volatilitity v trhu je samotné variační rozpětí nepříliš vhodné z důvodu možnosti výskytu odlehlých hodnot. Nicméně jej je de facto užíváno jako dílčího výpočtu např. pro indikátor average true range (ATR).

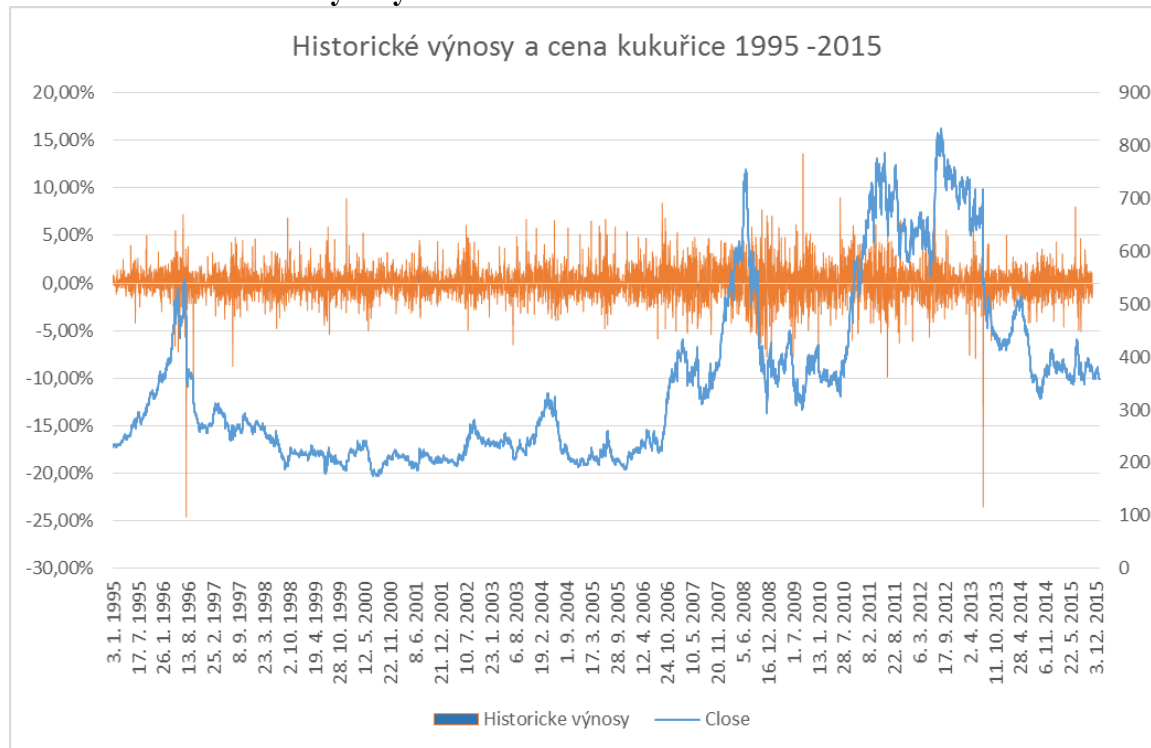
Z analýzy cenového vývoje je patrné, že období prudkého nárůstu cen následovaly výrazné korekce. Tato období „vzestupů a pádů“ cen jsou charakteristická vysokou volatilitou. Na jednu stranu se jedná o období, kdy je jasně patrný dlouhodobý cenový trend, na druhou stranu ale tato období jsou pro drobné účastníky kritická. Pozice v trhu jsou často uzavírány z důvodů nastavených stop-lossů, či pro nedostatek prostředků na obchodních účtech. Tato skutečnost úzce souvisí s tzv. pákovým efektem a utvářením shluků volatilitity.

#### **Historické výnosy**

Historické výnosy jsou jedním z nejjednodušších způsobů jak určit variabilitu sledované časové řady. Závisí na daném time-frame a pro denní zavírací ceny de facto reprezentují denní změnu

těchto hodnot. Tato změna může být také vyjádřena procenty. Rovněž lze tento indikátor počítat za pomoci logaritmu jako např. Kukul a Quang (2014).

**Graf č. 16: Historické výnosy a cena kukuřice 1995 - 2015**

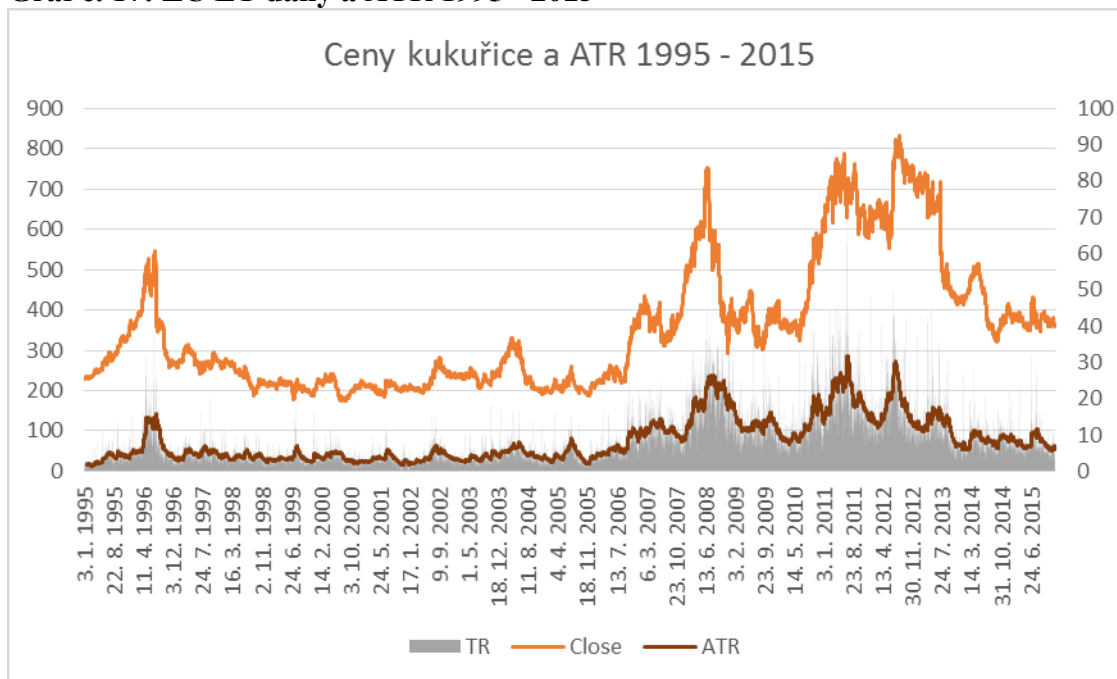


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

### **ATR**

Ukazatel average true range je užíván pro technickou analýzu. Z grafu č. 17 je patrné, že jeho vývoj sleduje vývoj ceny, ze které je počítán. Jeho výhodou je, že zohledňuje pohyby cen pro dané time-frame. V tomto případě jsou to denní ceny a ATR nezohledňuje pouze závěrečnou cenu, ale bere v potaz největší rozdíl mezi open, high, low a close pro současný a předchozí den.

**Graf č. 17: ZC LT daily a ATR 1995 - 2015**



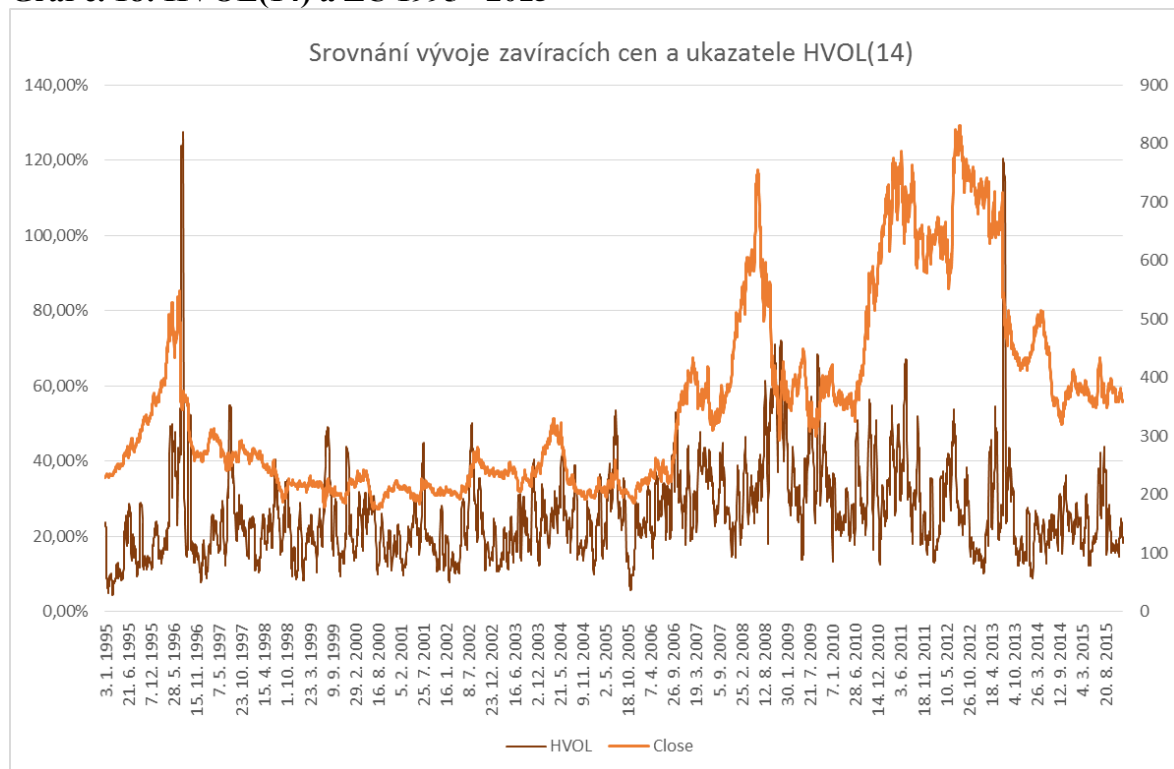
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Bohužel tento indikátor tím, že se odvíjí od ceny nelze užít ke srovnání. Zároveň může být počítán pro různě dlouhou periodu, kterou může být obtížné odhadnout. V tomto případě bylo užito periody 14 dní, kterou doporučuje sám autor indexu J. W. Wilder (1978). Prodloužením periody dochází k „vyhlazení“ dané řady a většímu zpoždění hodnot oproti reálnému vývoji. Toto zpoždění při hodnocení ex post ale není příliš významné.

## **HVOL**

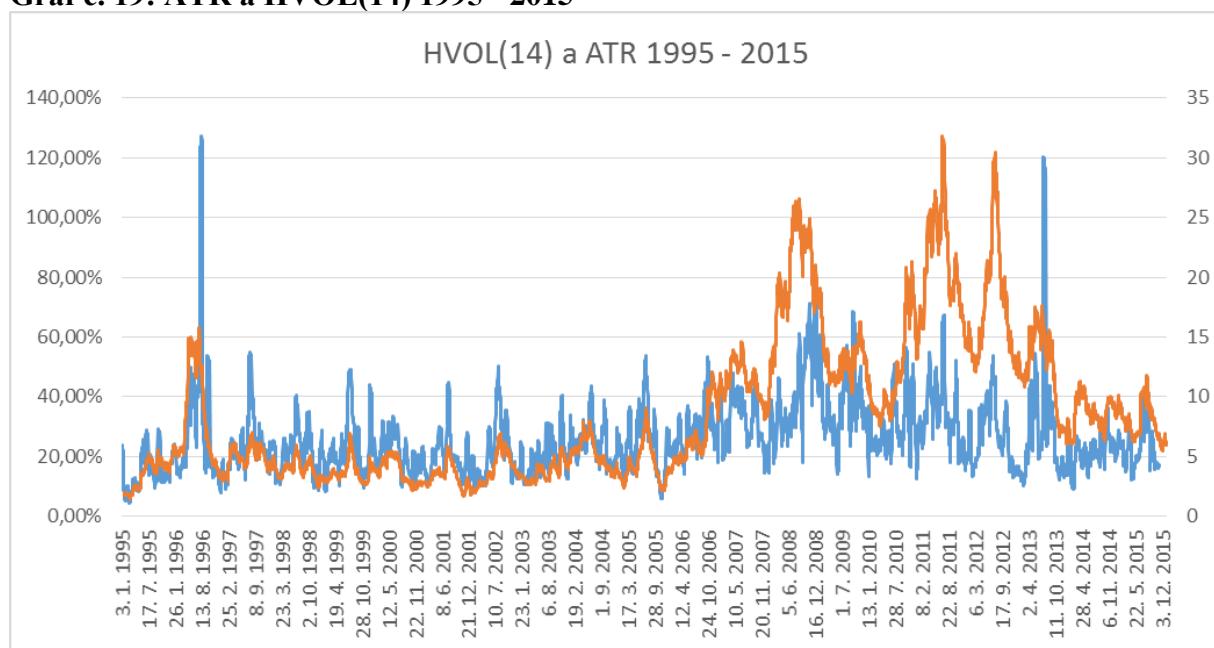
Dalším nástrojem užívaným k analýze volatility je tzv. historická volatilita (historical volatility – HVOL). Tento nástroj užívá čtverců odchylek na bázi de facto historických výnosů. Z grafu č. 18 je zřejmé, že tolik nekopíruje vývoj cen podkladového aktiva. Zároveň jej lze snáze užít pro srovnání, za předpokladu užití stejné periody pro výpočet. I v tomto případě je tato perioda nastavena na 14 dní a platí pro ní to samé co pro periodu ATR. Srovnání umožňuje skutečnost, že hodnoty tohoto ukazatele jsou udávány v procentech a jedná se o procentuální odchylku od svého základu, který se v čase mění. Na druhou stranu v porovnání s ATR je HVOL o mnoho citlivější v obdobích nízké volatility, jako např. v letech 1997 – 2006. Z grafů č. 18 a 19 je rovněž patrné zpoždění spojené se zvolenou periodou.

**Graf č. 18: HVOL(14) a ZC 1995 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

**Graf č. 19: ATR a HVOL(14) 1995 - 2015**



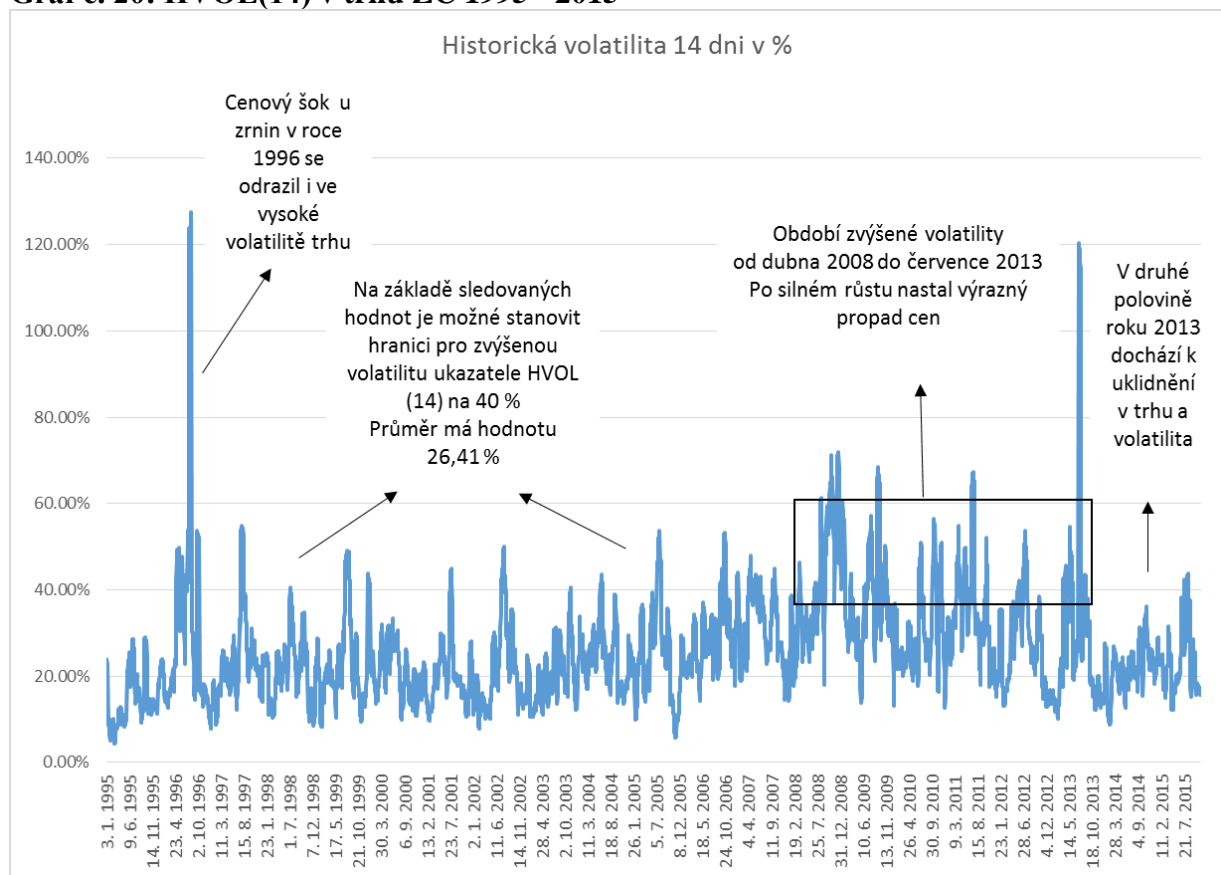
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016



## Analýza volatility v trhu kukuřice 1995 – 2015

Jak již bylo uvedeno výše, období zvýšené volatility v trhu kukuřice se vážou k cenovým vzestupům, po kterých následovaly výrazné korekce. To jsou zároveň období, která má smysl sledovat, neboť představují riziko pro účastníky trhu. Graf č. 20 zachycuje souhrnné hodnocení volatility v trhu pro období 1995 – 2015 a užívá ukazatele historické volatility s periodou pro výpočet 14 – HVOL(14).

**Graf č. 20: HVOL(14) v trhu ZC 1995 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Ukazatel HVOL(14) identifikuje vysokou volatilitu v trhu spojenou s cenovým šokem u zrnin v roce 1996. Po prudkém nárůstu cen přišla korekce, která, z důvodu limitních pohybů, vedla až k přerušení obchodování na CBOT. Následuje období relativního klidu, kdy stanovená hranice 40 % byla překonána pouze v jednotlivých případech krátkodobými výkyvy. Toto

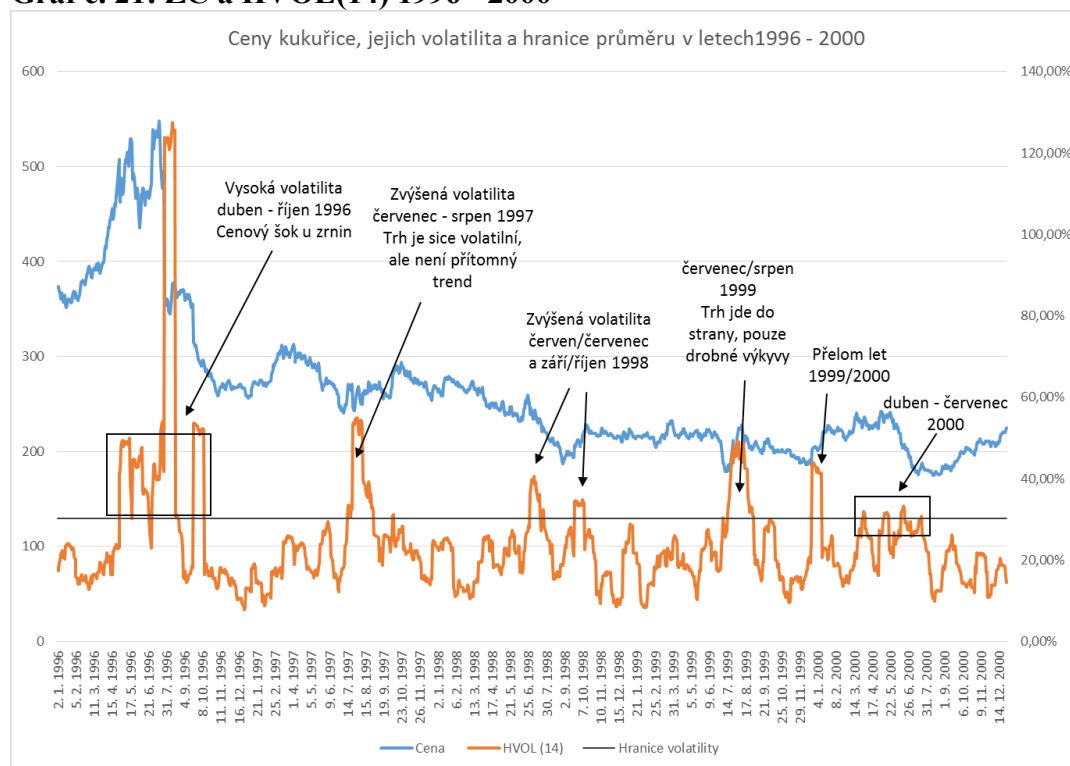
období končí v roce 2006 a nastává opět období vysoké volatility v trhu, které končí až v druhé polovině roku 2013. Během této doby dosáhla kukuřice dvakrát svých historických maxim.

Historické výnosy dobře reflektují období (shlukování) vyšší volatility. HVOL je také snazší na interpretaci, neboť nabývá pouze kladných hodnot.

U hodnocení volatility za užití ukazatele HVOL(14) v předchozím případě byla stanovena hranice pro zvýšenou volatilitu 40 %. Nicméně tato hranice byla stanovena na základě technické analýzy grafu a její determinace je subjektivní. Navíc sledované období 21 let je dost široké a je zřejmé, že hodnoty ukazatele HVOL(14) se v tomto období vyvíjely. Do roku 2007 volatilita oscilovala okolo hodnoty 20 %, ale po roce 2006 se toto rozmezí značně zvedlo, a tím se zvýšily i spodní hranice volatility, kterých bylo dosahováno.

Z tohoto důvodu bylo hodnocení volatility rozděleno na 4 pětiletá období od roku 1996 – 2015, a zároveň jako hranice pro zvýšenou volatilitu v trhu byl stanoven průměr za daná období. Ten je pak v grafu zobrazován jako konstanta, na základě které je možné určit, zda volatilita vybočuje ze svého normálu.

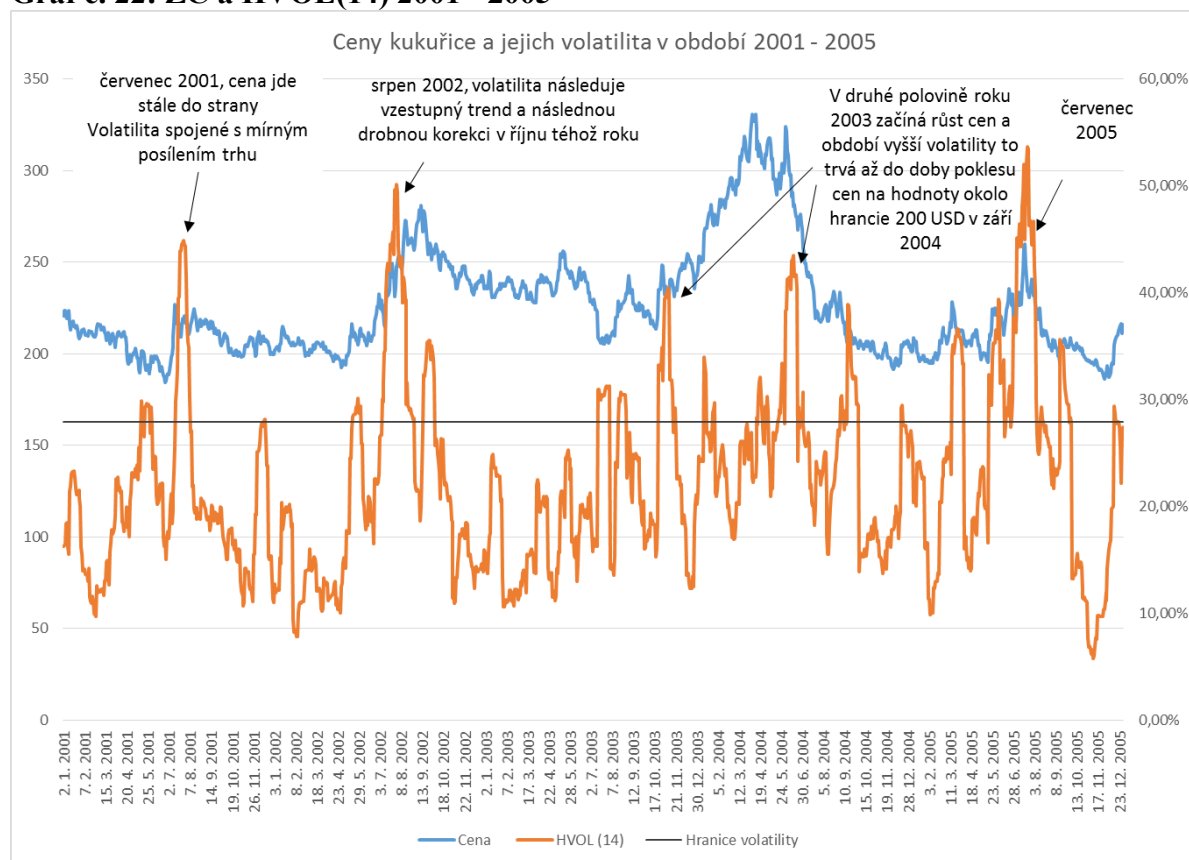
**Graf č. 21: ZC a HVOL(14) 1996 - 2000**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

U grafu č. 21 je hodnota hranice a tedy i pětiletého průměru ukazatele HVOL(14), stanovena na hodnotu 30,19 %. Tato hranice byla překročena v sedmi obdobích během sledovaných 5 let. I zde je patrné tzv. shlukování volatilit. Za sledované období je volatilita nejvýraznější na konci roku 1996 a souvisí s dosažením historických maxim sledovaných cen a následnou korekcí. Další relativně významné výkyvy jsou patrné v letech 1997, 1999 a na začátku roku 2000. Zde za pozornost stojí, že v trhu de facto není přítomný výrazný dlouhodobý trend. Trh jde tzv. „do strany“, ale i za těchto podmínek ceny fluktuují, což ovlivnilo sledovaný ukazatel ve zmíněných letech.

**Graf č. 22: ZC a HVOL(14) 2001 - 2005**

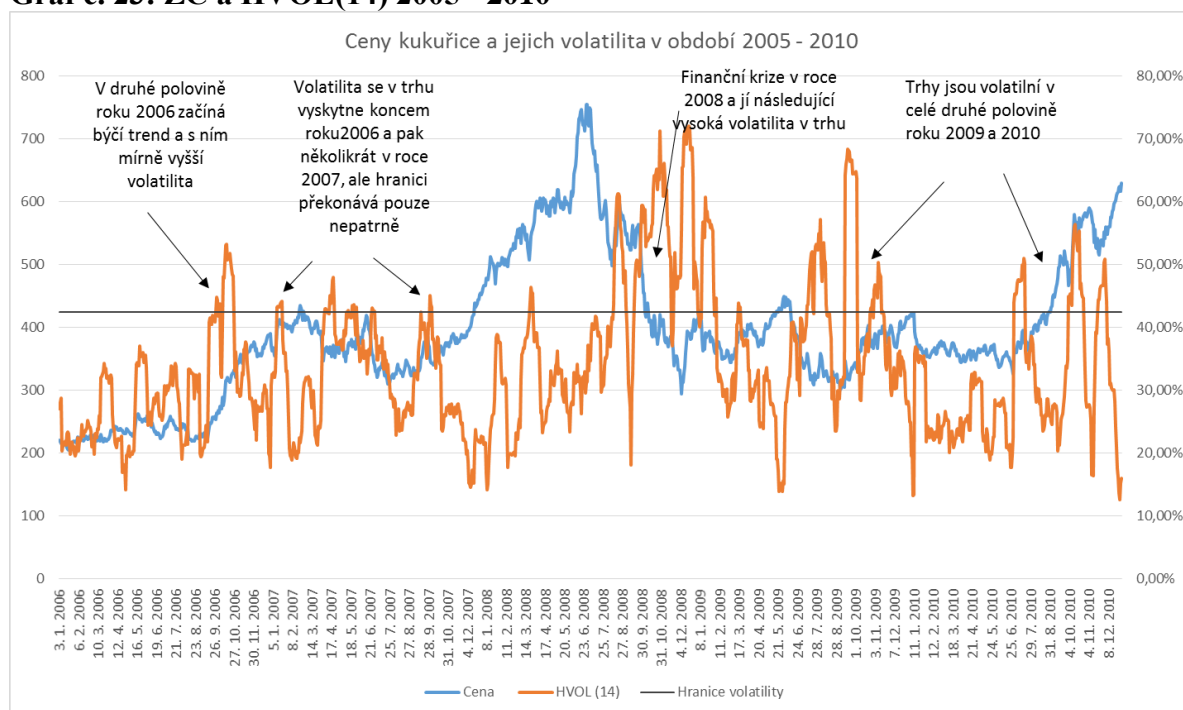


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Pro sledované období let 2001 až 2005 byla stanovena hranice pětiletého průměru na hodnotu 27,947 %. Tato hranice byla překonána v červenci 2001, kdy ale trh nevykazoval stále žádný výraznější trend. Ten se objevil až na začátku druhé poloviny roku 2002, což se opět odrazilo

ve vyšších hodnotách ukazatele HVOL(14). Další období zvýšené volatility trvalo od července 2003, kdy začal výrazný trend vzestupu cen a trval do září 2004, kdy končil sestupný pohyb spojený s korekcí v trhu. Trhy a volatilita klesly jen na krátký okamžik, neboť v roce 2005 ceny opět zakolísají, aby později následovaly růst ostatních komodit a akciových trhů.

**Graf č. 23: ZC a HVOL(14) 2005 - 2010**

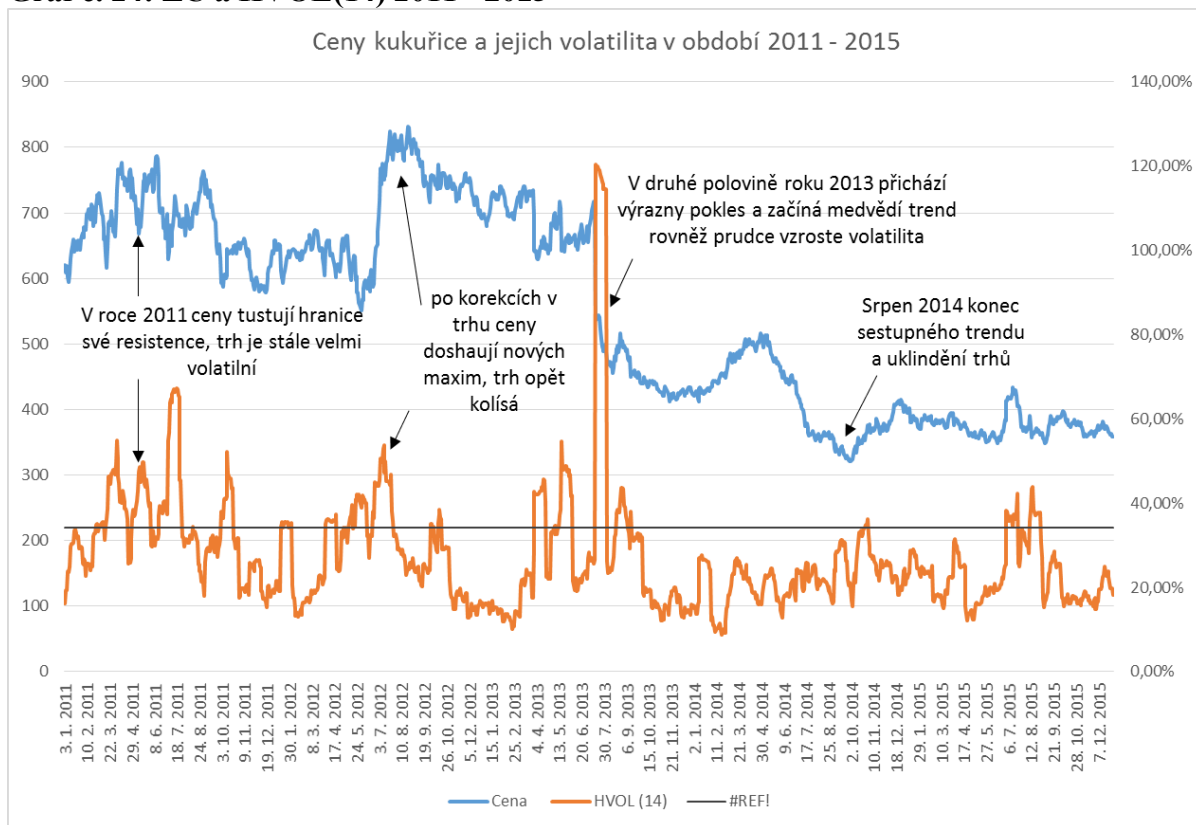


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Další sledované období, tedy roky 2005 – 2010 jsou ve znamení začátku silného růstového trendu, který trvá až do června roku 2008, následuje pak cenový propad související s finanční krizí. Na tento pokles navazuje velice silná volatilita cen. V druhé polovině roku 2008 a v první polovině roku 2009 je dobře patrné shlukování volatility. Byť trh po cenovém propadu poskytoval dobrou příležitost pro otevírání dlouhých pozic, tak díky své volatilitě byl pro drobné investory, či producenty, velmi rizikový. V první polovině roku 2010 přichází uklidnění a v druhé polovině téhož roku ceny začínají opět růst. Že se jedná o značně volatilnější období než předchozí analyzované, udává i hodnota pětiletého průměru 42,44 %.

Poslední sledované období se váže k rokům 2011 – 2015, kdy vrcholí růst cen komodit a aktiv obecně na světových trzích. Tento silný trend přišel po velkých propadech trhů v roce 2008.

**Graf č. 24: ZC a HVOL(14) 2011 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Z grafu č. 24 je patrné, že ze začátku sledovaného období ceny několikrát testují svá historická maxima. Pro toto období je volatilita nižší, o čemž vypovídá i hranice pětiletého průměru o hodnotě 34,15 %, nicméně ta je z části determinována nízkými hodnotami, které náleží období od října 2013 s mírným výkyvem až do konce sledovaného období.

Z výše uvedené analýzy vyplývá, že volatilita a její shlukování následují většinou výrazné pohyby v trhu. Tato skutečnost ale není pravidlem, jak ukázaly roky 1997 – 2002. Zároveň se zdá, že volatilnější měsíce jsou ty na začátku první poloviny roku – červenec, srpen.

#### 4.1.4.1 Modelování volatility

K modelování volatility trhu bylo užito modelů GARCH, případně jejich modifikací. Nejprve byla odhadnuta funkce pomocí metody nejmenších čtverců (OLS). Parametr funkce a vlastnosti časové řady jsou shrnuty v tabulce č. 19.

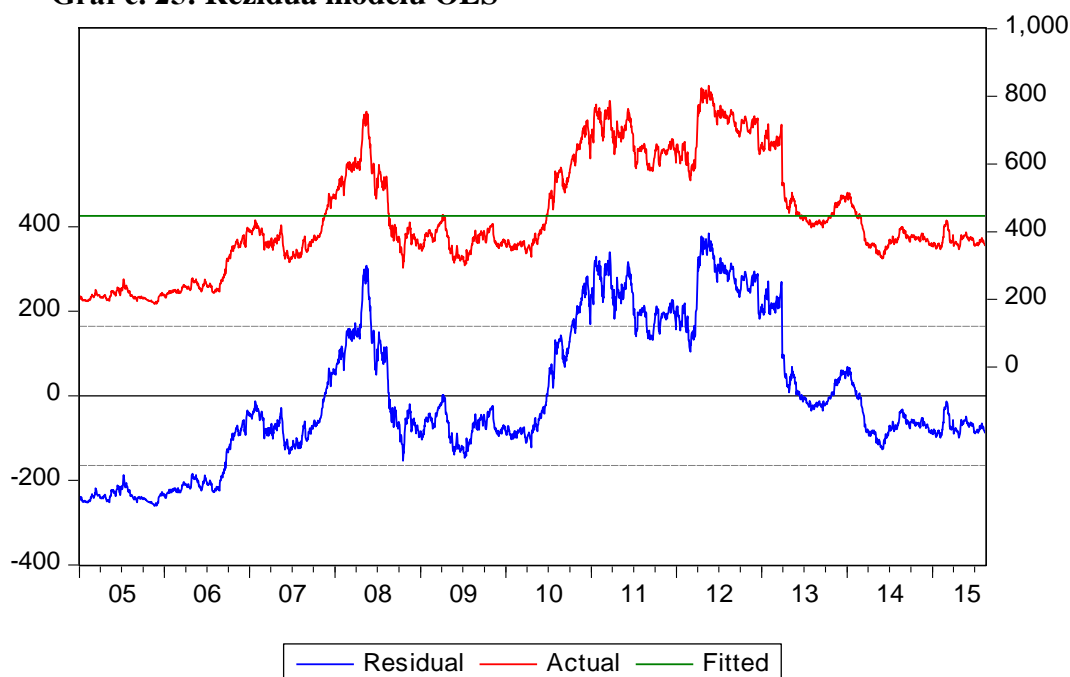
**Tabulka č. 19: OLS model kukuřice**

Koeficient	Směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
<b>447,03</b>	<b>3,12383</b>	<b>143,1033</b>	<b>&lt;0,0001</b>
Střední hodnota závisle proměnné	447,0305	Sm. odchylka závisle proměnné	164,4394
Součet čtverců reziduí	74901654	Sm. chyba regrese	164,4394
Koeficient determinace	0	Adjustovaný koeficient determinace	0
Logaritmus věrohodnosti	-18070,52	Akaikovo kritérium	13,04332
Schwarzovo kritérium	13,04546	Hannan-Quinnovo kritérium	13,04409
Durbin-Watsonova statistika	0,003737		

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Z výsledků OLS modelu se zdá, že data nejsou stacionární – nemají konstantní rozptyl a střední hodnotu. V datech je přítomna autokovariance. Proto bylo přistoupeno k testování heteroskedasticity v modelu pomocí ARCH LM testu.

**Graf č. 25: Rezidua modelu OLS**



Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Z Grafu č. 25 a užití metody nejmenších čtverců vyplývá, že je-li identifikována nižší volatilita v datech, tak následuje delší období nízké volatility, a naopak vysoká volatilita bývá

následována obdobím zvýšené volatility. Tato situace odpovídá tzv. shlukování volatility (volatility clustering). Graf také naznačuje nestacionaritu dat, která je typická pro finanční časové řady s vyšší volatilitou.

V tabulce č. 20 jsou výsledky ARCH LM testu, na jehož základě (chí kvadrát) byla zamítnuta nulová hypotéza o nepřítomnosti ARCH efektu v datech (závislá proměnná  $RESID^2$ ).

**Tabulka č. 20: ARCH TEST**

F-statistika	165494,3	Prav. F(1,2768)	0
Obs*R-squared	2724,432	Prav. Chí-kvadrát	0

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	t-podíl	p-hodnota
<b>C</b>	208,4946	97,28402	2,143154	0,0322
<b>RESID^2(-1)</b>	0,991589	0,002437	406,8099	0
Koeficient determinace	0,983549	Střední hodnota závisle proměnné		27018,59
Adjustovaný koeficient determinace	0,983544	Sm. odchylka závisle proměnné		29359,37
Sm. chyba regrese	3766,299	Akaikovo kritérium		19,3063
Součet čtverců reziduí	3,93E+10	Schwarzovo kritérium		19,31057
Logaritmus věrohodnosti	-26737,22	Hannan-Quinnovo kritérium		19,30784
F-statistika	165494,3	Durbin-Watsonova statistika		1,877857
Pravděpodobnost (F-stat.)	0			

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Provedený ARCH LM test identifikoval parametr pro čtverce zpožděných reziduí jako významný na hladině  $\alpha = 0,95$ . Na základě výše uvedeného je možné konstatovat, že v modelu je přítomna podmíněná heteroskedasticita (ARCH efekt), a je možné užít jednoho z modelů skupiny GARCH.

Jako první byl testován ARCH model, jehož výsledky jsou shrnuty v tabulce č. 21, která je uvedena níže.

**Tabulka č. 21: ARCH (5) model**

Proměnná	Koeficient	Směr, Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	401,1893	4,998561	80,26096	0
C	18450,93	1254,796	14,70432	0
RESID(-1)^2	0,755745	1,371322	0,551107	0,5816
RESID(-2)^2	0,205311	2,016893	0,101796	0,9189
RESID(-3)^2	0,026955	1,690212	0,015948	0,9873
RESID(-4)^2	-0,035503	1,806537	-0,019653	0,9843
RESID(-5)^2	-0,200387	1,414221	-0,141694	0,8873
Koeficient determinace	-0,077742	Střední hodnota závisle proměnné		447,0305
Adjustovaný koeficient determinace	-0,077742	Sm. odchylka závisle proměnné		164,4394
Sm. chyba regrese	170,7117	Akaikovo kritérium		12,7165
Součet čtverců reziduí	80724678	Schwarzovo kritérium		12,73147
Logaritmus věrohodnosti	-17611,71	Hannan-Quinnovo kritérium		12,72191
Durbin-Watsonova statistika	0,003468			

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Jako nejlepší se ukázal při testování ARCH(5) model, který má následující tvar:

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3)*\text{RESID}(-1)^2 + C(4)*\text{RESID}(-2)^2 + C(5)*\text{RESID}(-3)^2 + C(6)*\text{RESID}(-4)^2 + C(7)*\text{RESID}(-5)^2$$

Dále byl testován GARCH model, viz tabulka č. 22.



**Tabulka č. 22: GARCH (1,1) model**

Proměnná	Koeficient	Směr, Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	372,9233	0,389712	956,9211	0
C	42,16712	6,697418	6,296026	0
RESID(-1)^2	0,898304	0,116344	7,721076	0
GARCH(-1)	0,084894	0,052197	1,626421	0,1039
Koeficient determinace	-0,203173	Střední hodnota závisle proměnné		447,0305
Adjustovaný koeficient determinace	-0,203173	Sm. odchylka závisle proměnné		164,4394
Sm. chyba regrese	180,3723	Akaikovo kritérium		11,38719
Součet čtverců reziduí	90119663	Schwarzovo kritérium		11,39574
Logaritmus věrohodnosti	-15772,95	Hannan-Quinnovo kritérium		11,39028
Durbin-Watsonova statistika	0,003106			

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

GARCH model ve formě:

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3)*\text{RESID}(-1)^2 + C(4)*\text{GARCH}(-1)$$

Pro testovaný GARCH (1,1) model bylo dosaženo nejnižších hodnot Akaikova a Schwarzova kritéria, které při srovnání poskytují informaci o vhodnosti užitého modelu. U modelů GARCH byly testovány zpoždění až do 11. řádu v různých kombinacích pro obě složky modelu (pro zpoždění reziduí i rozptylu).

Dále byl testován TARCh model (tabulka č. 23), který je vhodný pro užití modelování časových řad finančních trhů, protože umožňuje vzít v potaz asymetrický dopad informací (obecný předpoklad je, že negativní informace vyvolá silnější odezvu ve finančních trzích, než-li informace pozitivní). Z toho důvodu je do modelu přidána dummy proměnných založená na změně cen a tzv. práh (Threshold).

**Tabulka č. 23: TARCh model**

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	372,9507	0,414673	899,3859	0
C	42,42541	6,764864	6,271436	0
RESID(-1)^2	0,909306	0,146811	6,193712	0
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	-0,029811	0,195981	-0,152113	0,8791
GARCH(-1)	0,084166	0,052594	1,600283	0,1095
Koeficient determinace	-0,203023	Střední hodnota závisle		447,0305
Adjustovaný koeficient determinace	-0,203023	Sm. odchylka závisle proměnné		164,4394
Sm. chyba regrese	180,361	Akaikovo kritérium		11,3878
Součet čtverců reziduí	90108382	Schwarzovo kritérium		11,3985
Logaritmus věrohodnosti	-15772,8	Hannan-Quinnovo		11,39166
Durbin-Watsonova statistika	0,003107			

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Testovaný TARCh model pak má formu:

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3) * \text{RESID}(-1)^2 + C(4) * \text{RESID}(-1)^2 * (\text{RESID}(-1) < 0) + C(5) * \text{GARCH}(-1)$$

Posledním uvažovaným formou modelu byl EGARCH model, který je shrnut v tabulce č. 24.

**Tabulka č. 24: EGARCH model**

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	377,0694	0,243327	1549,642	0
C(2)	-0,635404	0,105469	-6,02458	0
C(3)	1,146561	0,087526	13,09964	0
C(4)	0,032319	0,050698	0,637495	0,5238
C(5)	0,946115	0,019558	48,37384	0
Koeficient determinace	-0,181075	Střední hodnota závisle proměnné		447,0305
Adjustovaný koeficient determinace	-0,181075	Sm. odchylka závisle proměnné		164,4394
Sm. chyba regrese	178,7082	Akaikovo kritérium		11,42825
Součet čtverců reziduí	88464480	Schwarzovo kritérium		11,43894
Logaritmus věrohodnosti	-15828,84	Hannan-Quinnovo kritérium		11,43211
Durbin-Watsonova statistika	0,003164			

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Testovaný EGARCH model užívá logaritmu hodnot a jeho forma může být vyjádřena jako:

$$\text{LOG}(\text{GARCH}) = \text{C}(2) + \text{C}(3) * \text{ABS}(\text{RESID}(-1) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1))) + \text{C}(4) * \text{RESID}(-1) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + (5) * \text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$$

Na základě provedených výpočtů je možné konstatovat, že jako neoptimálnější forma modelu se jeví GARCH (1,1) model, kde bylo dosaženo nejnižších hodnot Akaikova a Schwarzova kritéria.

Dále byla provedena diagnostika modelu GARCH (1,1). Test ukazuje, že v modelu není přítomná významná autokorelace reziduí až do zpoždění 11. řádu na hladině významnosti  $\alpha=0,95$ .

## VERIFIKACE

Tabulka č. 25: Hodnocení sériové korelace – čtverce reziduí

Autokorelace	Parciální korelace		AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	-0,001	-0,001	0,0015	0,969
		2	0,037	0,037	1,3,8402	0,147
		3	0,005	0,006	1,3,9230	0,27
		4	0,019	0,018	1,4,9435	0,293
		5	-0,025	-0,026	1,6,7363	0,241
		6	-0,045	-0,047	12,398	0,054
		7	0,005	0,006	12,456	0,087
		8	0	0,004	12,456	0,132
		9	0,014	0,016	13,023	0,162
		10	-0,02	-0,019	14,1	0,168

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

V rámci verifikace modelu byl proveden test na stacionaritu dat a autokorelaci v datech. Zde jsou podstatné hodnoty pro zpoždění do 11. řádu. Větší zpoždění, než 10. řádu nebylo při tvorbě modelu testováno. Na základě testování na hladině významnosti pro  $\alpha = 0,95$  nemůže být nulová hypotéza o nepřítomnosti autokorelace zamítnuta pro zpoždění 1. až 10. řádu.

Opětovně byl proveden ARCH LM test za účelem identifikovat heteroskedasticitu v modelu GARCH (1,1), tabulka č. 26. Zde byla rovněž potvrzena nulová hypotéza o nepřítomnosti heteroskedasticity v modelu.

**Tabulka č. 26: ARCH LM test**

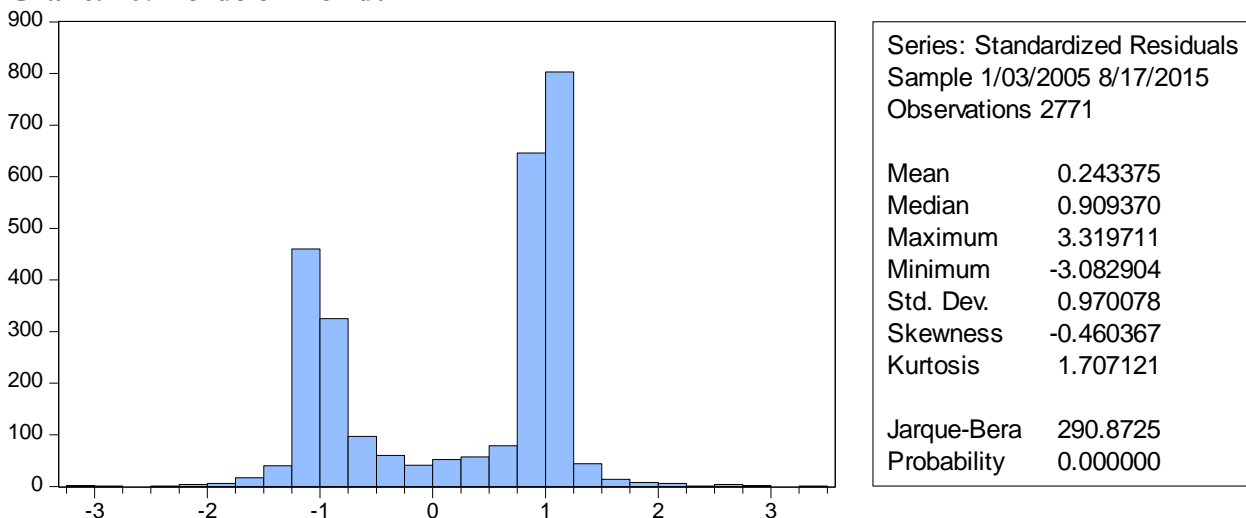
F-statistika	0,001481	Prav. F(1,2768)	0,9693
Obs*R-squared	0,001482	Prav, Chí-kvadrát	0,9693

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	t-podíl	p-hodnota
C	1,000665	0,022808	43,87417	0
WGT_RESID^2(-1)	-0,000731	0,019007	-0,038484	0,9693
Koeficient determinace	0,000001	Střední hodnota závisle proměnné		0,999934
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000361	Sm. odchylka závisle proměnné		0,663361
Sm. chyba regrese	0,663481	Akaikovo kritérium		2,018088
Součet čtverců reziduí	1218,492	Schwarzovo kritérium		2,022367
Logaritmus věrohodnosti	-2793,052	Hannan-Quinnovo kritérium		2,019634
F-statistika	0,001481	Durbin-Watsonova statistika		1,999934
Pravděbodonost (F-stat.)	0,969305			

Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Dle výše uvedeného je tedy možné konstatovat, že v modelu už není ARCH efekt.

**Graf č. 26: Rozdělení reziduí**

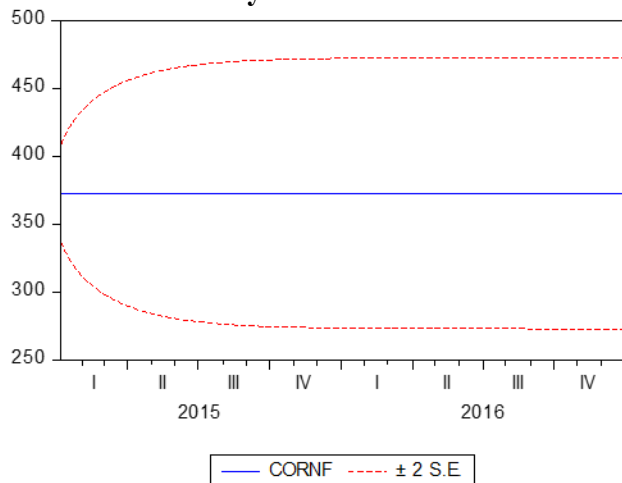


Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

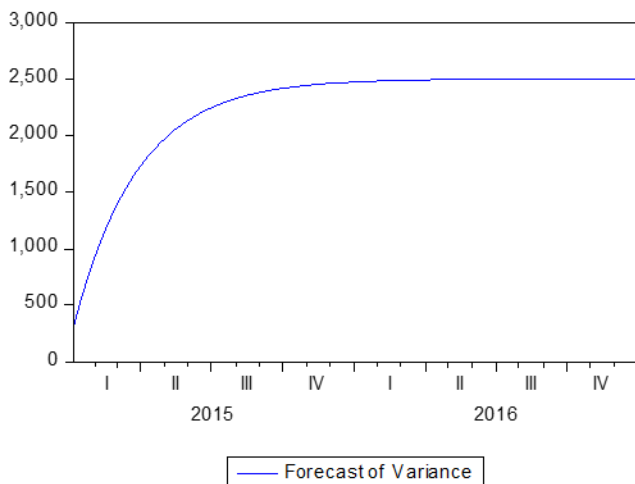
Je zřejmé, že rezidua nemají normální rozdělení. Tento jev je typický pro modely finančních časových řad, a proto jej někteří autoři ignorují, např. Hsieh a Yang (2009), nebo Linton a Yan, (2011).

Následně byla odhadnuta standardizovaná chyba pro období 2015 – 2016. Níže přiložené grafy ukazují, že podmíněný rozptyl má tendenci konvergovat ke své dlouhodobé střední hodnotě.

**Graf č. 27: Statický odhad**



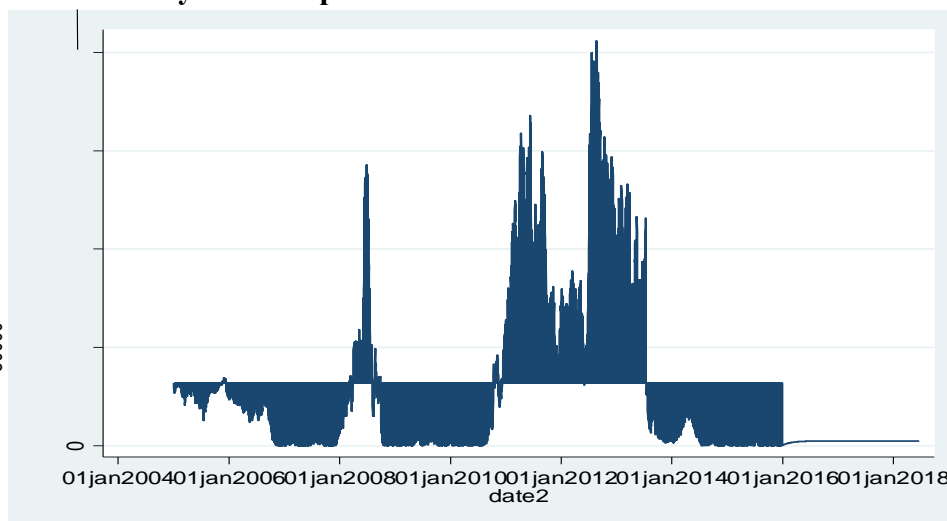
Forecast:	CORNF
Actual:	CORN
Forecast sample:	1/05/2015 12/30/2016
Included observations:	161
Root Mean Squared Error	18.45845
Mean Absolute Error	13.50980
Mean Abs. Percent Error	3.515305
Theil Inequality Coefficient	0.024667
Bias Proportion	0.011098
Variance Proportion	NA
Covariance Proportion	NA



Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Dynamická predikce je pak zachycena na grafu č. 28

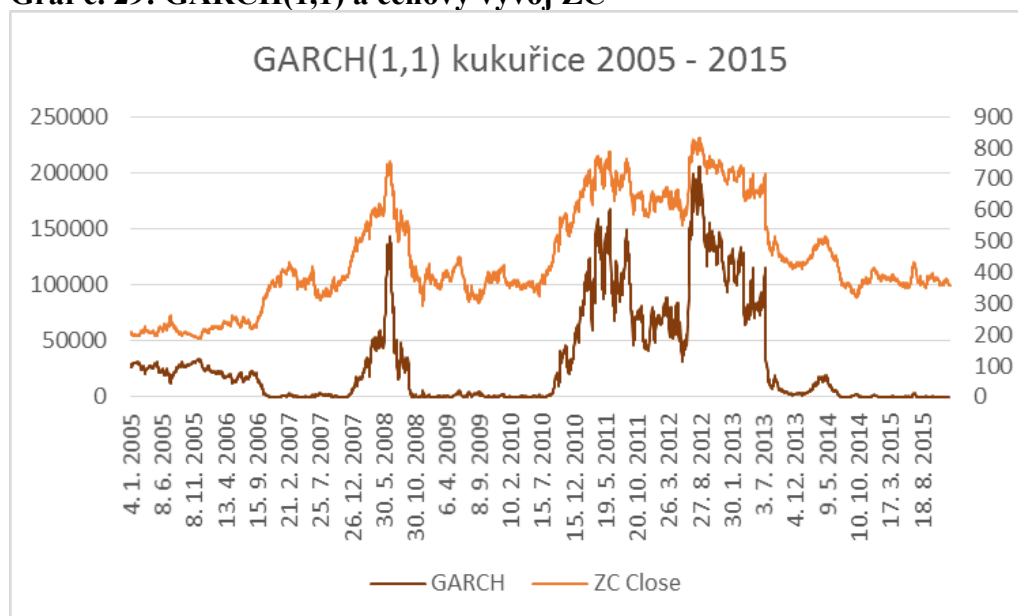
**Graf č. 28: Dynamická predikce**



Zdroj: Vlastní zpracování ve STATA 13 na základě dat CME, 2016

Graf č. 29 pak zachycuje průběh cen a odhadnuté hodnoty pomocí modelu GARCH (1,1) ve sledovaném období let 2005 – 2015.

**Graf č. 29: GARCH(1,1) a cenový vývoj ZC**

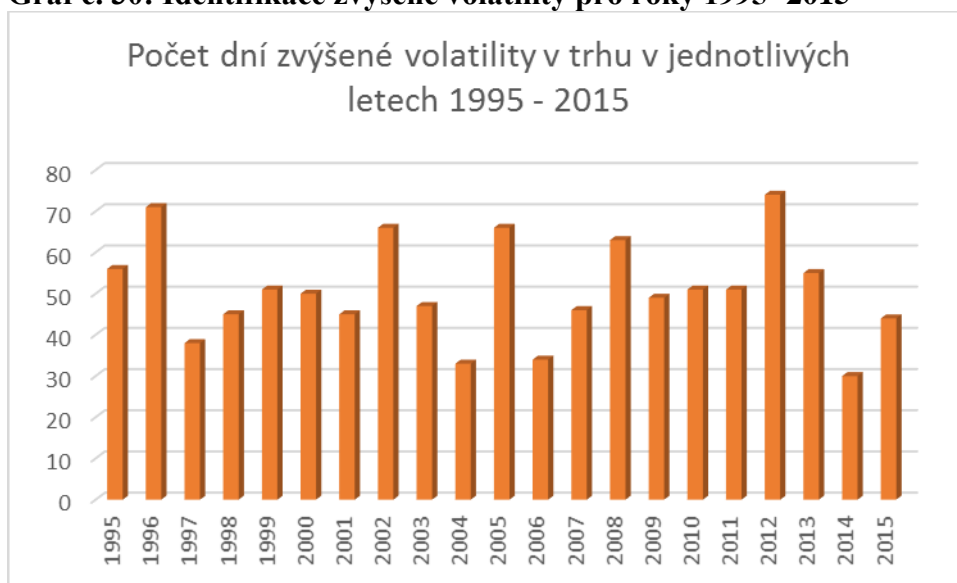


Zdroj: Vlastní zpracování v EViews na základě dat CME, 2016

Z aplikace získaného modelu GARCH(1,1) je možné identifikovat vysokou volatilitu v druhé polovině roku 2008, a poté v letech 2011 – 2013.

Za účelem stanovení, které roky byly více volatilní, byl sledován počet dní, po které je překonávána hranice průměru. V tomto případě byl průměr stanoven jako průměr pro daný obchodní rok. Délka periody zhruba odpovídá délce obchodního roku. Pro to, aby byla zachována kontinuita sledovaných dat, začíná perioda výpočtu již na datech pro HVOL(14) v roce 1994. Následně byla sestavena dummy proměnných pro případy, kdy hodnota HVOL(14) překročila průměr pro daný rok alespoň o 25 % – nabývá hodnota v dummy proměnných hodnoty (1). V tomto případě tak volatilita překonává svůj dlouhodobý průměr. Pro hodnoty, kdy je hodnota HVOL(14) nižší než 1,25 svého ročního průměru, nabývá hodnota v dummy proměnných (0). Počet dní zvýšené volatility je pak právě součtem na základě dummy proměnných pro jednotlivé roky. Výsledky tohoto postupu jsou shrnuty v grafu. č 30.

**Graf č. 30: Identifikace zvýšené volatility pro roky 1995 -2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

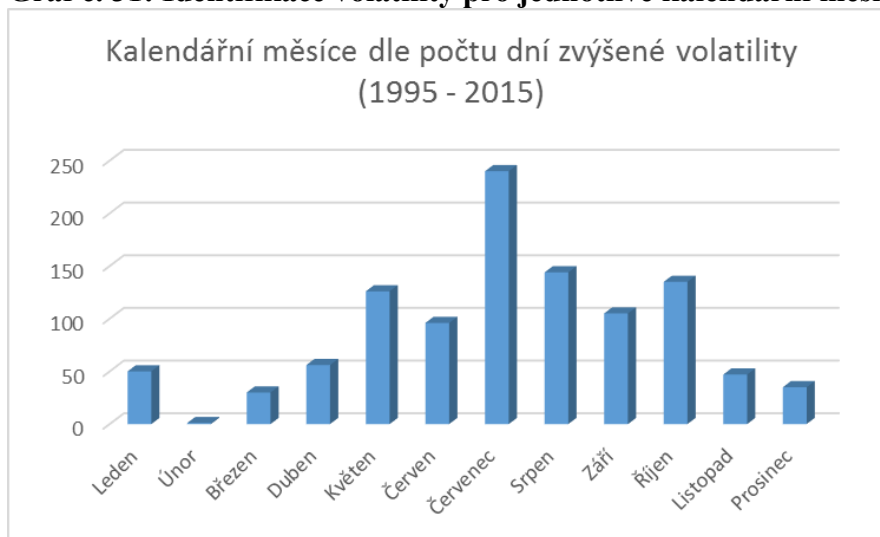
Zde mezi nejvíce volatilní roky patří rok 1996, 2002, 2005, 2008 a 2012. Z toho roky 1996, 2008 a 2012 se vážou k obdobím, kdy cena kukuřice dosahovala svých historických maxim. Naopak nejméně volatilní pak byly roky 2004, 2006 a 2014. Období nízké volatility nastávají v letech, kdy i cena podkladového aktiva dosahovala nižších hodnot.



Autor se v předchozích pracích zabýval užitím kalendářních interkomoditních spreadů coby nástroje pro redukci rizik a dopadů volatility na drobné účastníky trhu. Závěry předchozí práce ukazují právě na vysokou volatilitu v roce 2012. Výsledky byly opět revidovány v roce 2014 a byl publikován článek týkající se užití spreadů pšenice (Malec a kol., 2015). Kromě vysoké volatility v roce 2012 vyvstaly ještě komplikace ohledně likvidity trhu a volatility jednotlivých kontraktů. Jak již bylo uvedeno výše, kukuřice je obchodována prostřednictvím futures s expirací v pěti kalendářních měsících (kontrakt expiruje zpravidla v půlce daného měsíce). Kontraktní (expirační) měsíce pro futures kukuřice pak jsou březen (H), květen (K), červenec (N), září (Q) a prosinec (Z). Zároveň se v literatuře udává, že prosinec je prvním kontraktním měsícem nové sklizně (Smith, 2000). Tato skutečnost by pak odpovídala tomu, že spready, kde byl jako kontraktní měsíc užit prosinec, vykazovaly větší variabilitu.

Dle CRB, 2013 probíhají sklizně v USA (35,8 % na světové produkci v roce 2014), Číně (21,38 %), EU (7,52) a Ukrajině (2,82) od srpna do listopadu. Tyto země pak představovaly v roce 2014 67,52% podíl na celkové produkci kukuřice. V Jižní Americe pak sklizně začínají zpravidla v únoru. V Brazílii trvají do března a v Argentině do května. Obě výše uvedené země patřily mezi deset nejvýznamnějších producentů kukuřice na světě v roce 2014. Ale jejich podíl 8,43 %, resp. 2,63 %, v součtu tedy 11,06 % na světové produkci je podstatně menší než u výše uvedených států. Dalo by se tedy předpokládat, že je-li prosinec prvním kontraktním měsícem, který bere v potaz výsledky nové sklizně, že bude i více likvidní a volatilní. Analogicky k identifikaci volatilitních let byly detekovány volatilní měsíce, tedy na základě dní, kdy volatilita přesáhla 1,25 svého průměru v daném roce. Výsledky pak shrnuje graf. č. 31.

**Graf č. 31: Identifikace volatility pro jednotlivé kalendářní měsíce**

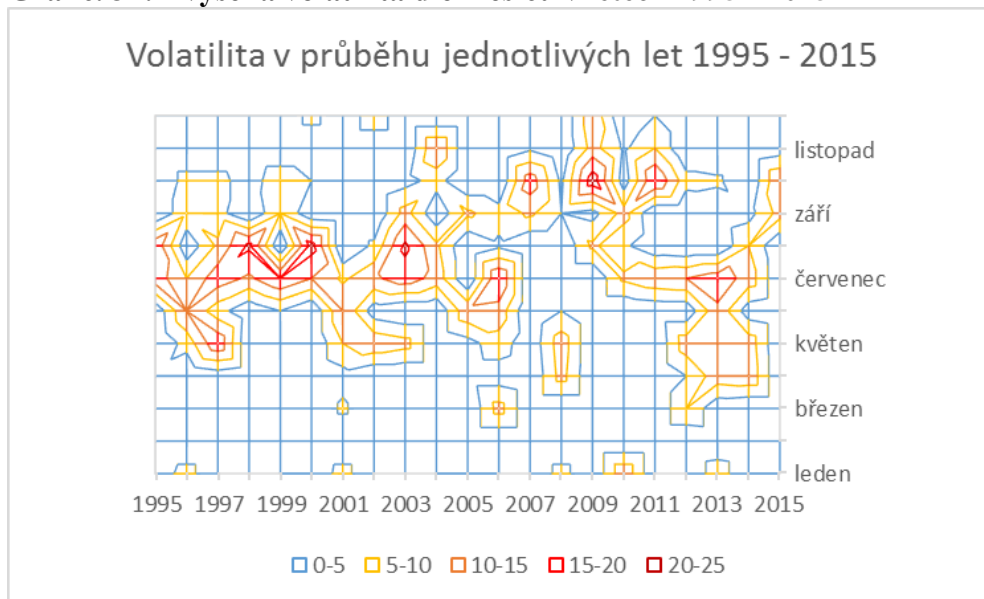


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Z grafu č. 31 pak jasně vyplývá, že nejvolatilnějším měsícem v trhu kukuřice je červenec, následují květen, srpen a říjen. Jednoznačně nejméně volatilním je pak únor. Tento výsledek není v souladu s předchozím předpokladem, kdy byla předpokládána nejvyšší volatilita u prosince, coby prvního kontrakčního měsíce pro velkou část nové sklizně.

Průběh volatility během jednotlivých let a měsíců je zachycen v grafu č. 32.

**Graf č. 32: Zvýšená volatilita dle měsíců v letech 1995 - 2015**

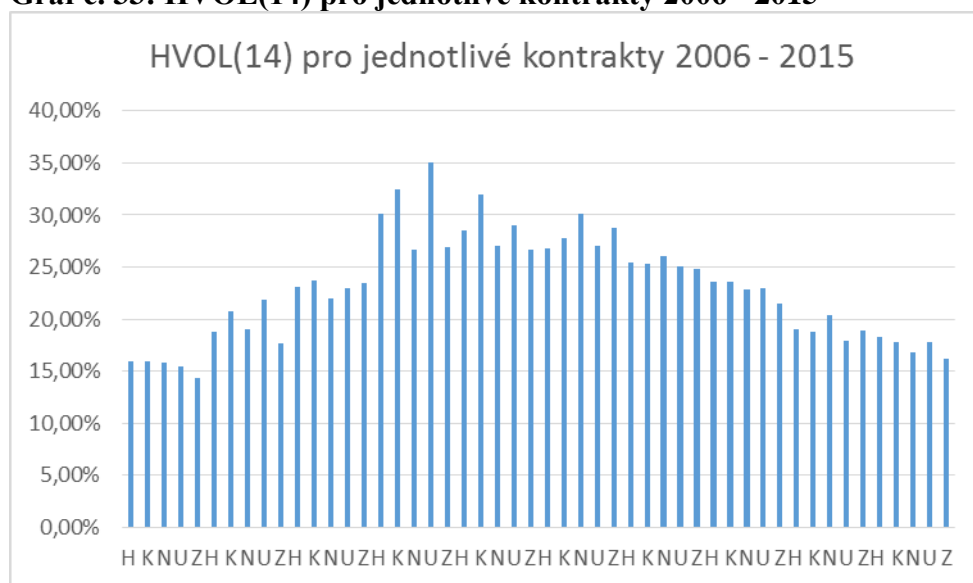


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Graf č. 32 dobře ilustruje vyšší volatilitu v trhu typickou pro druhou polovinu kalendářního roku, která na přelomu let klesá, aby pak v únoru byla nejnižší.

Z těchto důvodů byla pak volatilita zkoumána individuálně pro jednotlivé kontrakty od roku 2006 – 2015. Aby bylo možné volatilitu v průběhu kontraktních měsíců ohodnotit, byl zvolen další postup, kdy byl počítán průměr ukazatele HVOL(14) pro jednotlivé kontraktní měsíce v průběhu sledovaného období let 2006 – 2015. Výsledky jsou shrnuté v grafu č. 33. Ani z těchto výsledků není jasně průkazné, které kontraktní měsíce jsou nejvíce volatilní. Výsledky ukazují vysokou volatilitu pro kontrakty s expirací v letech 2009 a 2010. Zde je třeba uvést, že životnost jednoho kontraktu je zhruba 2 – 3 kalendářní roky, takže jeho výsledná volatilita může být ovlivněna chováním trhu v průběhu jeho životnosti. To bude zřejmě případ i zobrazených let 2009 a 2010, kdy v datech byly znát důsledky finanční krize z roku 2008.

**Graf č. 33: HVOL(14) pro jednotlivé kontrakty 2006 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

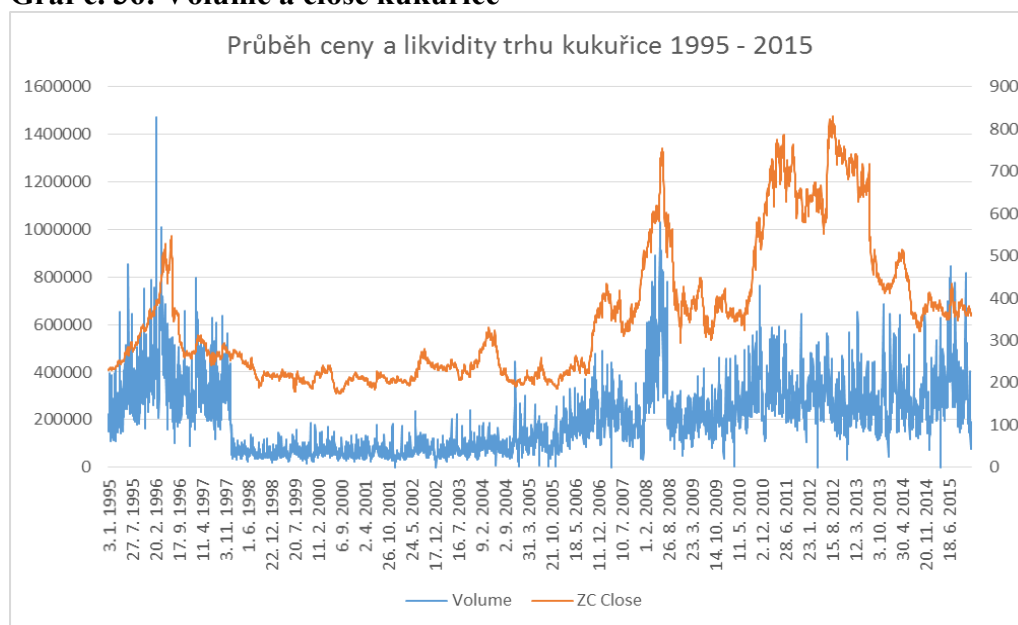
Z výše uvedeného grafu není příliš patrné, jsou-li skutečně nějaké kontraktní měsíce více volatilní, než-li jiné. Dále tedy bylo přistoupeno k tomu, že byl vyhodnocen souhrnný průměr pro dané kontraktní měsíce. Ten je zachycen v grafu č. 34. Zde je již patrné, že nejvíce volatilním měsícem pro kontrakty futures je květnový kontraktní měsíc. Další kontraktní měsíc, kde se dá očekávat vyšší volatilita, je září. Naopak prosinec, kde byl předpoklad výskytu vyšší



V tomto případě bylo vzato průměrné volume (počet uskutečněných obchodů) pro daný kontrakt a rok. Z grafu jasně vyplývá, že největší likviditu vykazují prosincové a březnové kontrakty a pro další kontrakty (květen, červenec, září) likvidita klesá. Tento jev dobře viditelný na grafu č. 34 v druhé části sledovaného období.

Pokud bude hodnocena likvidita za celé sledované období let 1995 – 2015, lze vycházet z dat o objemu obchodů při rolování kontraktů, kdy hodnocená závírací cena a zároveň počet otevřených pozic a uskutečněných obchodů jsou brány pro kontrakt nejbližší expiraci až do doby 14 dnů před first notice date (FND). Průběh této likvidity a závíracích cen je zobrazen na grafu č. 36. Zde je patrné, že roste množství uskutečněných obchodů. Ke dvěma cenovým vzestupům, konkrétně v roce 1996 a 2008, došlo společně s vysokým nárůstem likvidity a mezi lety 1997 a 1998 likvidita skokově poklesla.

**Graf č. 36: Volume a close kukuřice**

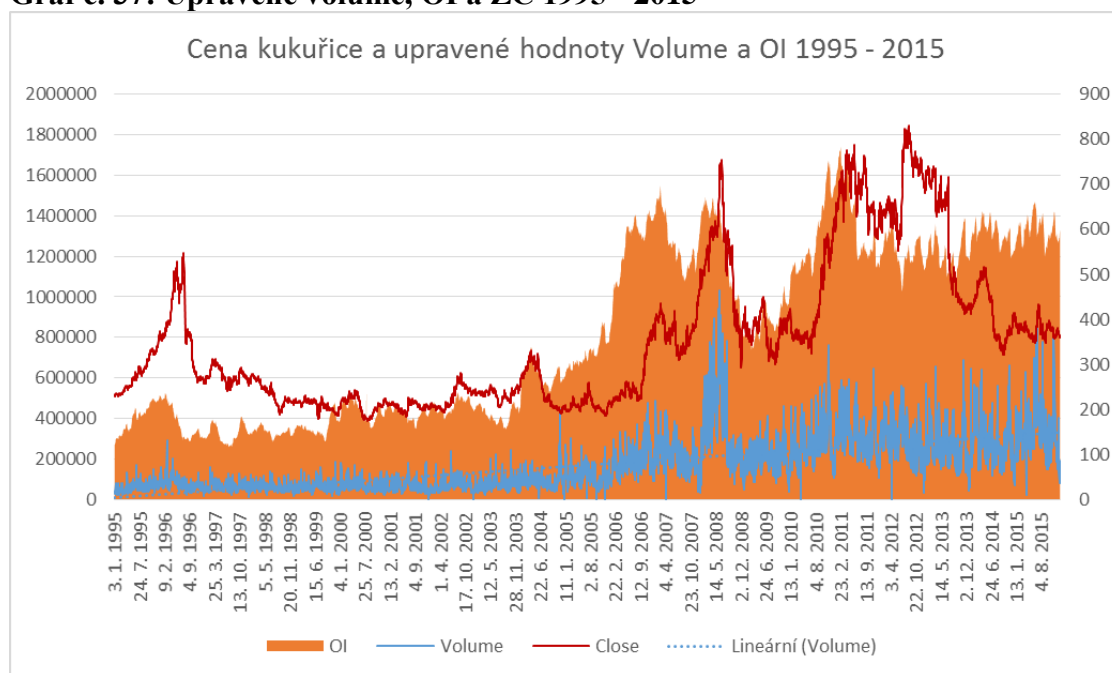


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Pokles likvidity je zapříčiněn tou skutečností, že počátkem roku rozhodla Komise pro obchodování futures v USA (U.S. Commodity futures trading commission – CTFC) o změně udávání otevřených pozic a likviditě trhu. Až do konce roku 1997 byla likvidita trhu dána množstvím zobchodované kukuřice v tisících bušlů. Od roku 1998 se toto množství převádí na jednotlivé kontrakty a poskytuje tedy informaci o tom, kolik kontraktů bylo zobchodováno a kolik je ve skutečnosti otevřených pozic (Briese, 2008).

Pro data před rokem 1998 je tedy možné udělat přepočty, tak aby odpovídaly současným standardům. Stačí je vydělit 5, či vynásobit 0,2 tak aby bylo možné získat přepočty na kontrakt (z tisíců bušlu na 5 000 bušlu). Tento přepočet je zachycen v grafu č. 37 společně s průběhem závěracích cen pro „nearby“ (kontrakt nejbližší expiraci) kontrakt.

**Graf č. 37: Upravené volume, OI a ZC 1995 - 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Po úpravě hodnot open interest a volume je patrný jejich nárůst za sledované období a zároveň výkyvy. Tyto výsledky by naopak svědčily ve prospěch vztahu volume a volatility.

Základní popisná statistika pro hodnoty likvidity je shrnuta v tabulce č. 27

**Tabulka č. 27: Charakteristika volume**

Sř. hodnota	168119,137	Špičatost	2,879
Chyba sř. hodnoty	1830,631	Šikmost	1,498
Medián	122264,000	Minimum	0,000
Modus	63434,000	Maximum	1032152,000
Směr. odchylka	133083,198	Součet	888509636,600
Rozptyl výběru	17711137547,354	Počet	5285,000

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

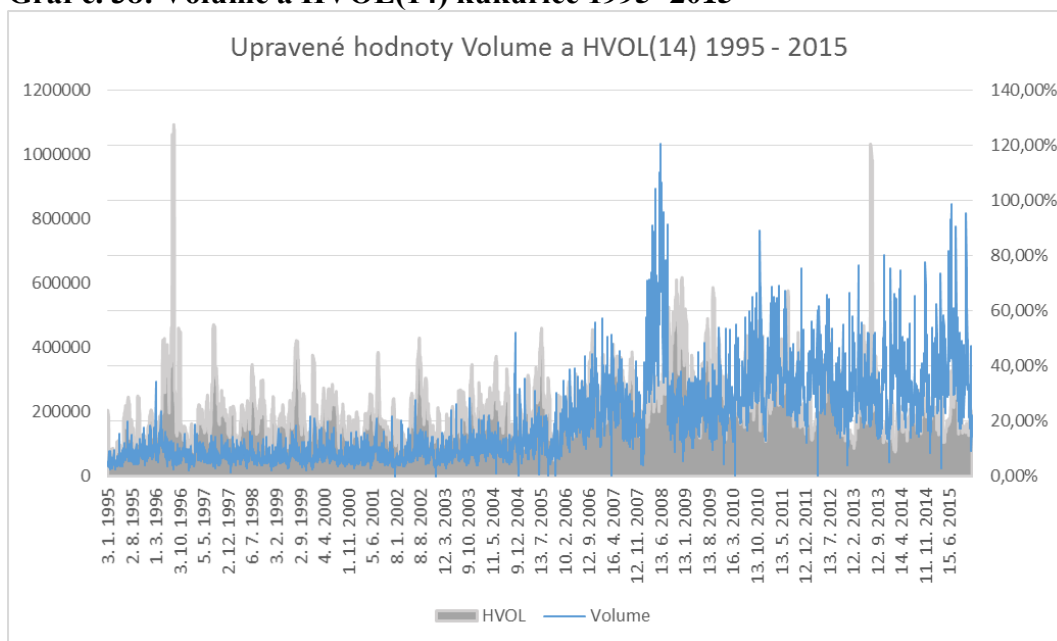
Narůstající trend likvidity v trhu je znázorněn pomocí lineárně regresní křivky. Je zjevné, že lineární regrese nevystihuje přesně průběh hodnot volume, které jsou značně rozkolísané, nicméně postihuje trend, který vzrůstající.

$$y = 6766,8 + 61,049x$$

$$R^2 = 0,4899$$

Graf č. 38 zachycuje průběh volume a ukazatele volatility HVOL(14). Výkyvy v hodnotách likvidity předcházejí nárůst hodnot HVOL(14), zde je třeba ale vzít v potaz zpoždění ukazatele a zároveň kolísání hodnot.

**Graf č. 38: Volume a HVOL(14) kukuřice 1995 -2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

I z těchto dat je zřejmý nárůst obou sledovaných hodnot v obdobích silných cenových trendů. U ukazatele likvidity je navíc patrná rostoucí tendence, ale zároveň také větší kolísání.

## 4.2 Pšenice

Pšenice stejně jako kukuřice patří do čeledi lipnicovitých rostlin a je jednou z nejrozšířenějších pěstovaných zrnin společně s kukuřicí a rýží (CRB, 2013). Pro její vysokou výživovou hodnotu a relativně vysoký výnos se pšenice stala typickou plodinou pro krajiny mírného pásma (Schwery, 2009). První kultivace se odhaduje pro období neolitické revoluce (přechod k zemědělství coby způsobu obstarávání potravy) před zhruba 10 000 let na jihovýchodě dnešního Turecka. (Heun et al., 1997).

Dle CRB (2013) je pšenice v největších objemech obchodována na komoditní burze v Chicagu (CBOT) skupiny CME. V roce 2014 byla pšenice třetí nejčastěji obchodovanou zemědělskou komoditou na CBOT s průměrem 152 000 uskutečněných obchodů během dne (CME, 2014). Stejně jako pro kukuřici platí, že pšenice je obchodována na CBOT skrze futures kontrakty s expirací v březnu, květnu, červenci, září a prosinci.

Níže budou analyzovány fundamentální faktory, které působí na trh pšenice a obchodování futures kontraktů, kde je pšenice podkladovým aktivem. Pšenice je pěstována především na americkém, evropském a asijském kontinentu, proto se i liší měsíce její sklizně. Pro EU, Rusko, Čínu, USA a Kanadu platí, že sklizně probíhají od června do září. Výše uvedené země reprezentují jedny z nejvýznamnějších producentů a součet jejich podílů na světové produkci pšenice v roce 2014 přesahoval 55 %. V Indii, která se podílela na světové produkci v uvedeném roce 13,2 %, pak sklizně probíhají od února do dubna (MWBC, 2015). Těmto významným producentům bude věnována pozornost při hodnocení jejich vlivu jako základních fundamentů.



## Specifikace kontraktu

Specifikace kontraktu je shodná s kukuřicí, velikost kontraktu je tedy 5000 bušlů, minimální cenový pohyb ¼ centu amerického dolaru. Rozdíl je pak ve specifikovaných kvalitách dodání pšenice.

**Tabulka č. 28: Specifikace futures kontraktu pšenice**

<b>Contract Unit</b>	5,000 bushels (~ 136 Metric Tons)
<b>Price Quotation</b>	Cents per bushel
<b>Trading Hours</b>	Sunday – Friday, 7:00 p.m. – 7:45 a.m. CT and Monday – Friday, 8:30 a.m. – 1:20 p.m. CT
<b>Minimum Price Fluctuation</b>	1/4 of one cent per bushel (\$12.50 per contract)
<b>Product Code</b>	CME Globex: ZW CME ClearPort: W
	Clearing: W TAS: ZWT
<b>Listed Contracts</b>	March (H), May (K), July (N), September (U) & December (Z)
<b>Settlement Method</b>	Deliverable
<b>Termination Of Trading</b>	The business day prior to the 15th calendar day of the contract month.
<b>Trade At Marker Or Trade At Settlement Rules</b>	Trading at settlement is available for first 3 listed futures contracts, nearby new-crop July contract (if not part of the first 3 outright), first to second month calendar spread, second to third month calendar spread, and nearest Jul-Dec OR Dec-Jul spread when available (when December is listed); and are subject to the existing TAS rules. The Last Trade Date for CBOT Grain and Oilseed TAS products will be the First Position Day (FPD) of the front-month contract (FPD is the second to last business day in the month prior to the nearby contract month).
<b>Settlement Procedures</b>	Wheat Settlement Procedures
<b>Position Limits</b>	CBOT Position Limits
<b>Exchange Rulebook</b>	CBOT 14
<b>Price Limit Or Circuit</b>	Price Limits
<b>Vendor Codes</b>	Quote Vendor Symbols Listing
<b>Last Delivery Date</b>	Second business day following the last trading day of the delivery month.
<b>Grade And Quality</b>	#2 Soft Red Winter at contract price, #1 Soft Red Winter at a 3 cent premium, other deliverable grades listed in Rule 14104.

Zdroj: CME, 2015

Pro přepočítání na metrický systém je tedy možno užít následujících vztahů:

**Tabulka č. 29: Vztahy pro převod na metrický systém**

Kontrakt 5000 bušlů	cca 136 tun
Cena kontraktu	kontrakt * 50 USD
Přepočítání na tunu	1t = 36,76 bušlů
Přepočítání na bušl	1 bušl = 0,0272 t

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2015

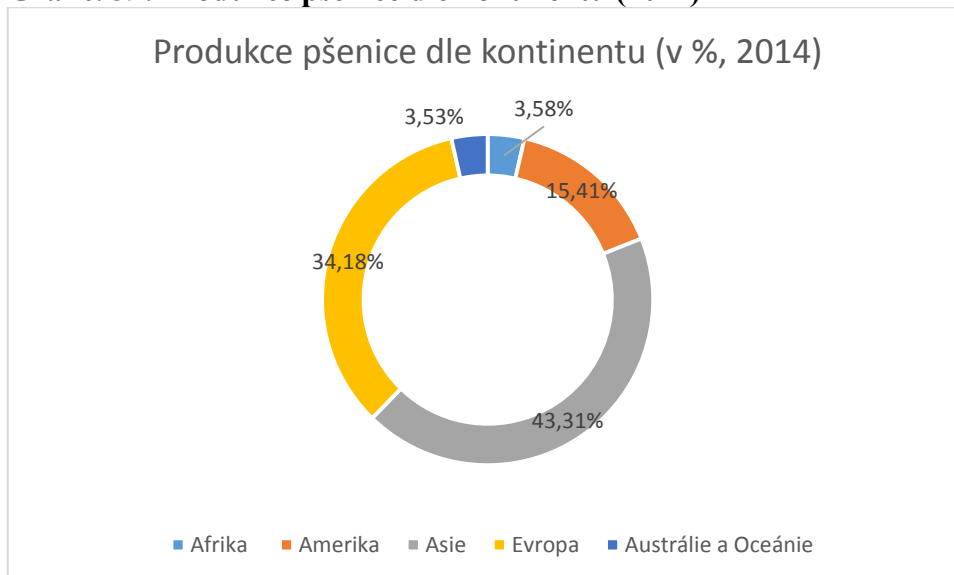
## 4.2.1 Fundamentální faktory působící na trh s pšenicí

### 4.2.1.1 Nabídka

### 4.2.1.2 Produkce

Z rozčlenění produkce pšenice dle kontinentů vyplývá, že nejvíce se pšenice pěstuje v Asii a v Evropě, následuje americký kontinent. Produkce Asie zde bude zastoupena především Čínou, Ruskem a Indií, jak vyplývá z grafu č. 39 níže. Následuje Evropa a americký kontinent, kde největší podíl mají USA a Kanada.

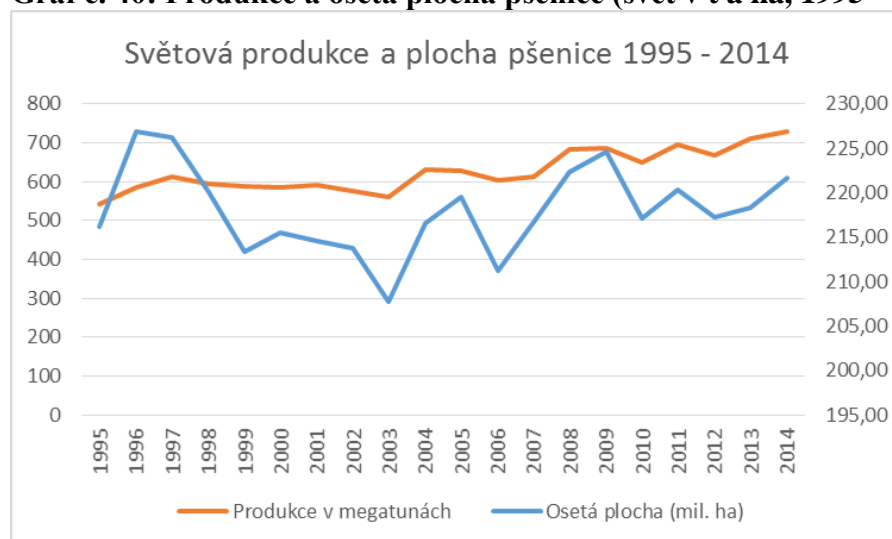
**Graf č. 39: Produkce pšenice dle kontinentu (2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Celosvětová produkce pšenice pak vykazuje mírný, relativně vyrovnaný růstový trend. To ale neplatí pro rozlohu celkové oseté plochy pro jednotlivé sledované roky. Zde je variační rozpětí tohoto souboru rovno hodnotě 19,16. Jedná se o rozdíl mezi rokem 2003, kdy plocha oseté pšenice byla nejnižší za sledované období (207,7 mil. ha) a rokem 1996, kdy osetá plocha dosáhla svého maxima (226,862 mil. ha). Jak bude později ukázáno, rok 1996 byl rokem cenového šoku u zrnin, kdy ceny prudce vzrostly a následně poklesly. Za nárůstem cen, stála špatná úroda z předchozích let a pokles celosvětových zásob. Dá se předpokládat, že to byl jeden z důvodů, proč ceny skokově vzrostly. Tento cenový nárůst se pak zřejmě projevil na růstu oseté plochy, kdy s růstem cen rostla i rentabilita pěstování dotčených komodit.

**Graf č. 40: Produkce a osetá plocha pšenice (svět v t a ha, 1995 – 2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Od vývoje světové produkce a oseté plochy bude později odvozen výnos na hektar, který bude užít jako reference pro srovnání jednotlivých významných producentů.

**Tabulka č. 30: Charakteristika „Osetá plocha“**

Stř. hodnota	217,986	Šikmost	0,036
Chyba stř. hodnoty	1,092	Minimum	207,700
Medián	217,130	Maximum	226,862
Směr. odchylka	4,882	Součet	4359,721
Rozptyl výběru	23,833	Počet	20,000
Špičatost	-0,015		

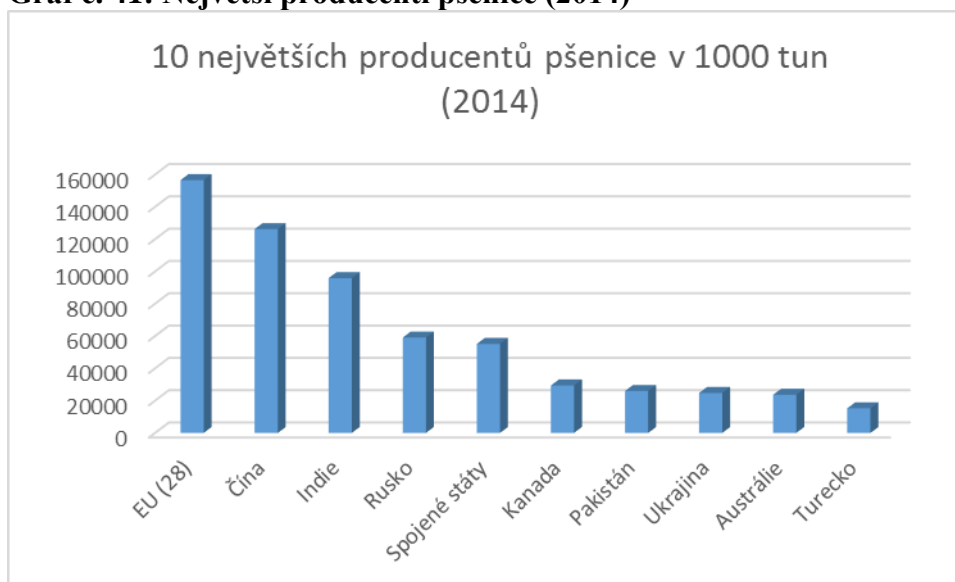
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

**Tabulka č. 31: Charakteristika „Produkce“**

Stř. hodnota	626,4731345	Šikmost	0,45648174
Chyba stř. hodnoty	11,9089141	Minimum	542,703792
Medián	613,120848	Maximum	728,966757
Směr. odchylka	53,25828294	Součet	12529,46269
Rozptyl výběru	2836,444702	Počet	20
Špičatost	-0,859154815		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

**Graf č. 41: Největší producenti pšenice (2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat USDA, 2015

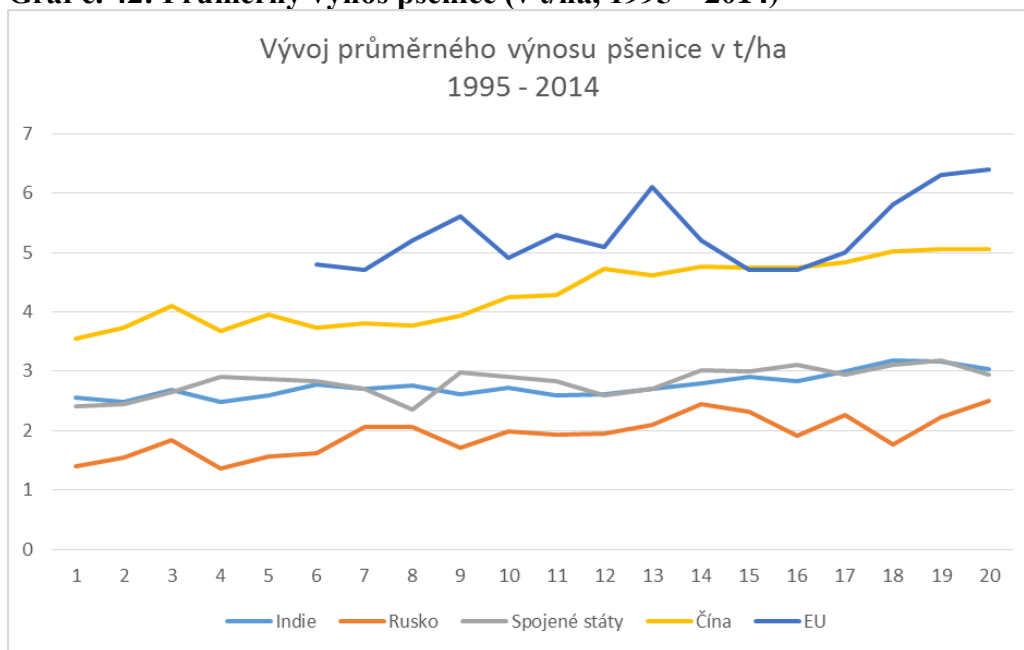
Největším producentem je Evropská unie, která se na celosvětové produkci (725 911 000 tun) v roce 2014 podílela 21,56 procenty, následuje Čína s podílem 17,39 %, Indie (13,2 %), Rusko (8,14 %) a Spojené státy (7,6 %). Kanada je posledním sledovaným státem, jehož podíl na světové produkci pšenice v roce 2014 přesáhl 4 % (4,05 %). Pákistán, Ukrajina a Austrálie se podílely na světové produkci od 3,58 do 3,26 %. Sledovaný výběr deseti největších producentů uzavírá Turecko s podílem 2,1 % na světové produkci.

#### 4.2.1.3 Výnosnost

Při hodnocení průměrných výnosů byly srovnáno 5 nejvýznamnějších světových producentů pšenice a celosvětový průměr v letech 1995 – 2014. Podobně jako v případě kukuřice, i zde jsou velké rozdíly mezi jednotlivými výnosy. Největších výnosů dosahuje dlouhodobě EU

následovaná Čínskou lidovou republikou. Naopak nejnižších výnosů ze sledovaných států a uskupení dosahuje Rusko, jehož průměrný výnos odpovídá zhruba 40 % průměrných výnosů EU. Na druhou stranu Rusko (relativně) a Čína (absolutně) zaznamenaly největší nárůst průměrných výnosů při srovnání referenčních období 1995 -2004 a 2005 – 2014. Nejmenší progres pak zaznamenala právě EU, viz tabulku č. 32. Co se týká vysokých výnosů v EU, tak Gianessi a Williams (2011) udávají, že k větší efektivitě přispívá užívání fungicidů.

**Graf č. 42: Průměrný výnos pšenice (v t/ha, 1995 – 2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT a USDA, 2015

Co se sledovaných hodnot týká, tak platí, že výnosy pro všechny sledované státy vykazují růstový trend, který nejvíce fluktuuje v případě EU, což může být způsobeno postupným rozšiřováním Evropské unie v průběhu sledovaného období.

**Tabulka č. 32: Vývoj průměrných výnosů (1995 – 2014)**

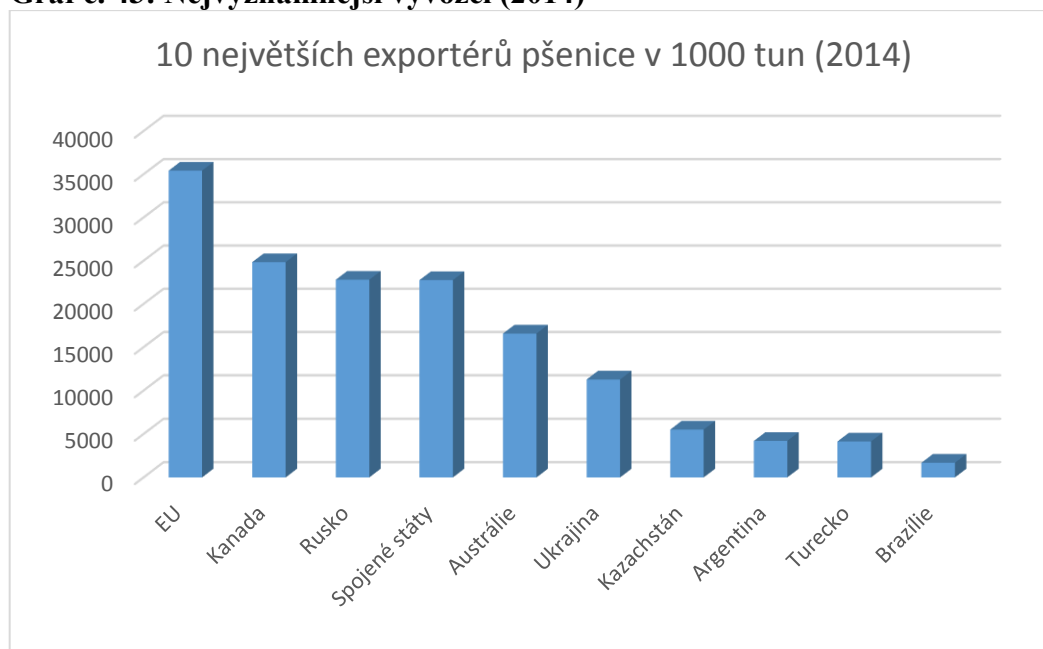
	Indie	Rusko	USA	Čína	EU	Svět
Průměr 1995 - 2014	2,76	1,93	2,82	4,32	5,32	2,87
Průměr 1995 - 2004	2,64	1,71	2,70	3,85	5,04	2,70
Průměr 2005 - 2014	2,88	2,14	2,94	4,78	5,46	3,04
Změna v %	9,32	25,01	8,84	24,14	8,33	12,63
Změna absolutní t/ha	0,25	0,43	0,24	0,93	0,42	0,34

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT a USDA, 2015

#### 4.2.1.4 Export

Nejvýznamnějším exportérem je Evropská unie, která je zároveň nejvýznamnějším spotřebitelem i producentem. Jedná se tak o největšího účastníka trhu. EU se v roce 2014 podílela na celkovém světovém exportu (ten činil v daném roce 163 357 000 tun) 21,95 %. Následovaly ji Kanada, Rusko a Spojené státy americké s podílem na světovém exportu v rozmezí od 15,39 do 14,1 %. O úroveň nižší podíl na exportu pak měla Austrálie (10,27 %) a Ukrajina (5,98%) o další úroveň níže. Kazachstán, Argentina a Turecko se podílely na světovém exportu od 3,41 do 2,56 %. Výběh uzavírá Turecko s 1,05% podílem na světovém vývozu.

**Graf č. 43: Nejvýznamnější vývozci (2014)**

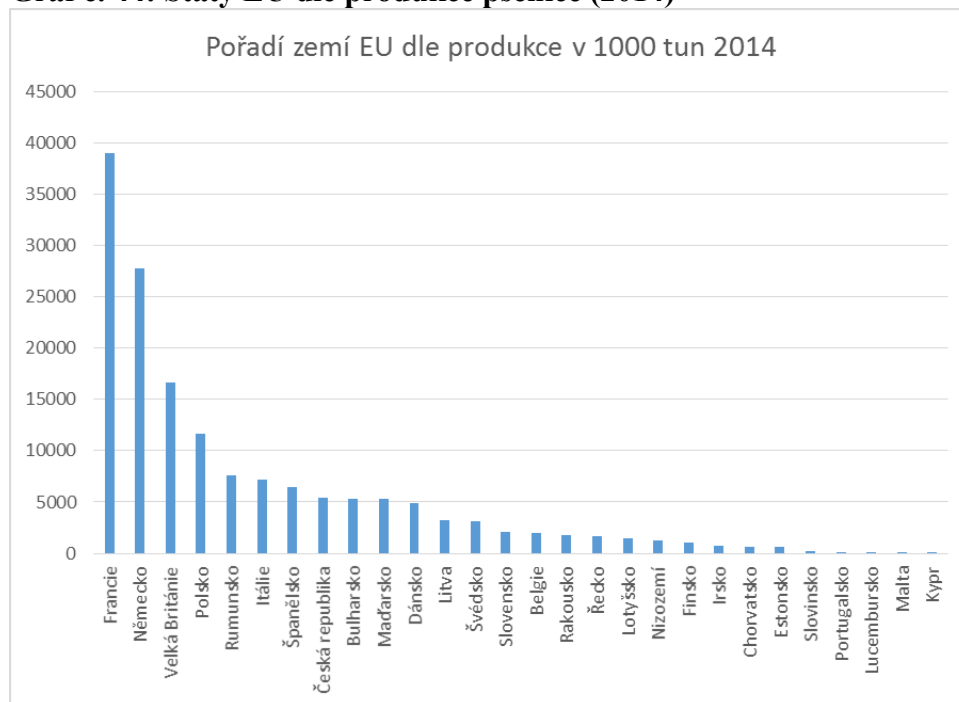


Zdroj: USDA, 2015

#### 4.2.1.5 Produkce pšenice v EU

Jak bylo uvedeno výše, EU je nejvýznamnějším producentem, vývozcem a zároveň spotřebitelem pšenice na světě. Největší - téměř čtvrtinový - podíl na produkci pšenice v EU má Francie (24,78 %). Následuje Německo, Velká Británie a Polsko (17,67; 10,57 a 7,4 %). Česká republika byla v roce 2014 osmým největším producentem pšenice v EU s podílem na produkci unie 3,46 %, více pak graf č. 44.

**Graf č. 44: Státy EU dle produkce pšenice (2014)**



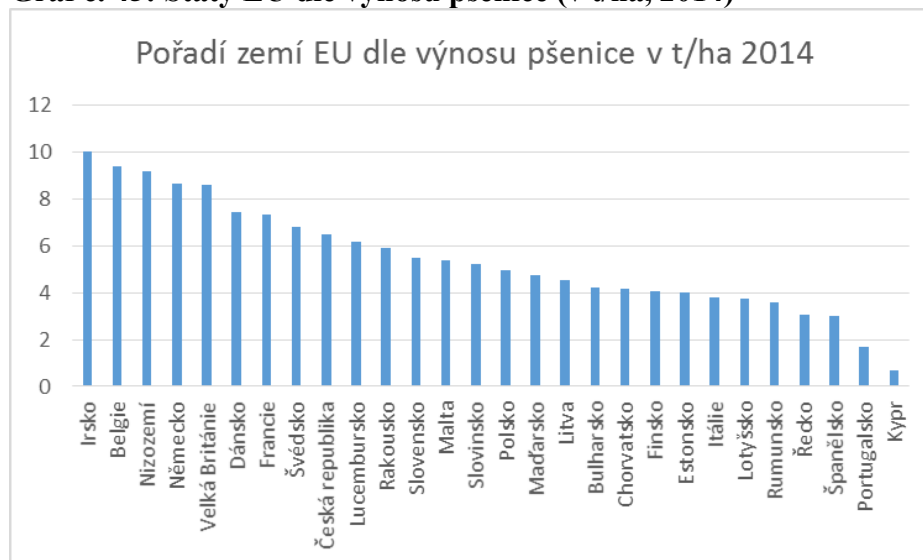
Zdroj: FAOSTAT, 2016

Dopadem změny klimatu na produkci pšenice v EU se zabývali Semenov, et al. (2013), kteří jako řešení uvádějí další modifikace a šlechtění užívaných variet pšenice, tak aby vyšší sluneční intenzita a méně srážek mohly být základem pro další rostoucí výnosy.

EU měla největší odbytové trhy pro vývoz pšenice v Alžírsku, Egyptě a Maroku v marketingovém roce 2014/2015. Největšími vývozci pak byly Francie a Itálie (Evropská komise, 2015).

Graf č. 45 shrnuje pořadí jednotlivých států EU dle výnosu pšenice (v tunách na hektar za rok 2014). Zde nejvyšších výnosů dosahuje Irsko s hodnotou přesahující 10 tun na hektar. V témže roce byl průměrný výnos v EU 6,4 t/ha a světový výnos činil 3,3 t/ha v témže roce. Irsko následují Belgie, Nizozemí a Německo s výnosy od 9,4 do 8,6 t/ha. Česká republika na deváté pozici měla průměrný výnos na hektar 6,5 tun v roce 2014.

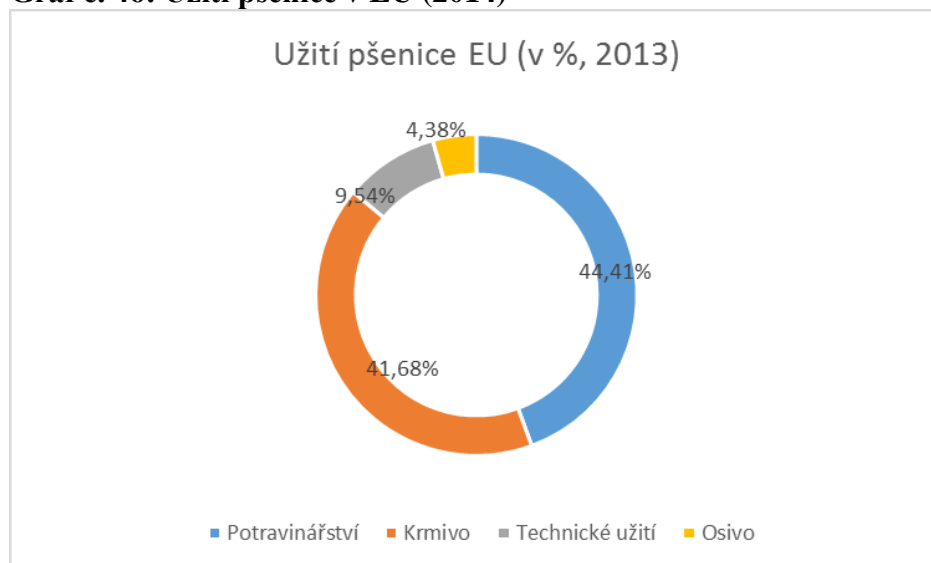
**Graf č. 45: Státy EU dle výnosu pšenice (v t/ha, 2014)**



Zdroj: FAOSTAT, 2016

Pšenice je v EU užívána zejména v potravinářství (44,41 %), a coby krmivo (41,68 % spotřeby EU). Necelých deset procent pšenice je v EU spotřebováno pro technické účely. Zde je důležité zmínit produkci ethanolu, která je sice významná především ve Spojených státech, ale i v EU je podporována, viz směrnice 2009/28 EC a 2003/96/ES. Při produkci bioethanolu za užití pšenice či kukuřice je využíváno vysokého obsahu škrobů (Hromádka, et al. 2010). Zbýlých 4,4 % procenta pšenice je užito coby osivo.

**Graf č. 46: Užití pšenice v EU (2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat EK, ARD, 2015

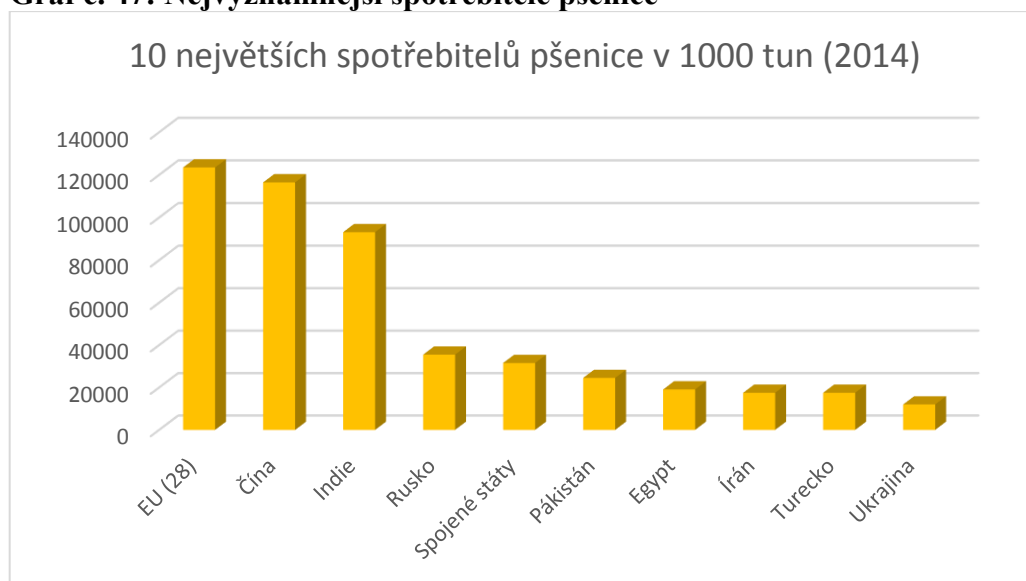


## 4.2.2 Poptávka

### 4.2.2.1 Spotřeba

Mezi největší konzumenty patří EU, Čínská lidová republika, Indie, Rusko a USA. Jejich podíl na světové spotřebě pak odpovídá 17,51; 16,51; 13,2; 5 a 4,5 % celosvětové spotřeby. Zároveň pořadí dle spotřeby u těchto států odpovídá i pořadí dle produkce. Zajímavá je situace v EU, která je i největším světovým exportérem, ale také zároveň čtvrtým největším dovozcem, viz graf č. 48. Přehled největších spotřebitelů (graf č. 47) uzavírají Pákistán, Egypt, Írán, Turecko a Ukrajina s podílem na celkové spotřebě v roce 2014 od 3,5 do 1,7 %. Egypt je zároveň i největším importérem pro sledované období.

**Graf č. 47: Nejvýznamnější spotřebitelé pšenice**



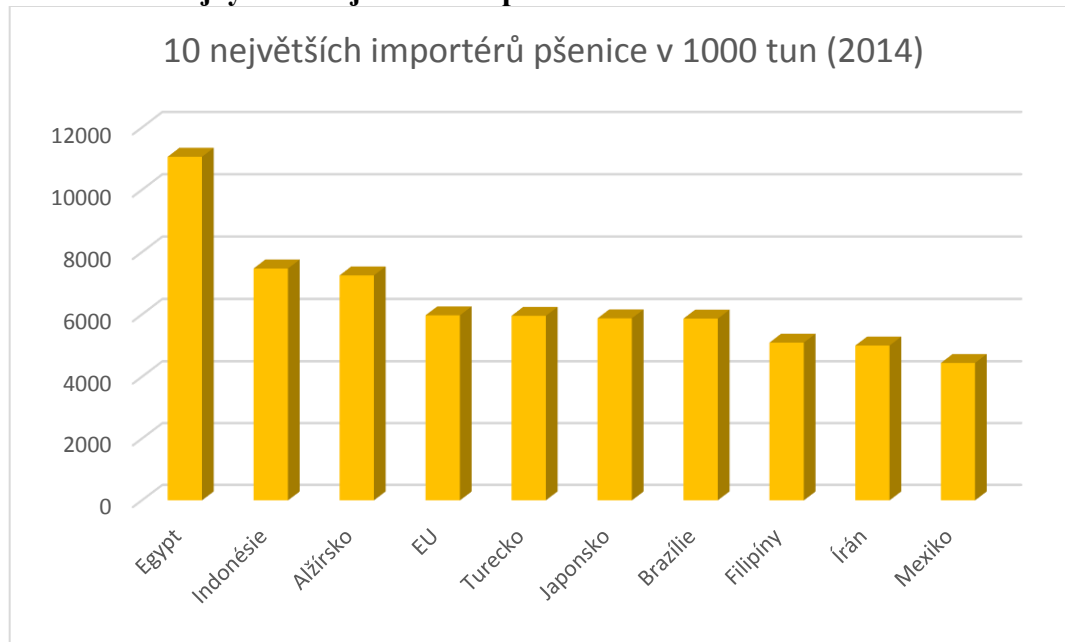
Zdroj: USDA, 2015

### 4.2.2.2 Import

Jak již bylo uvedeno výše, a jak vyplývá z grafu. č. 48, největším dovozcem pšenice v roce 2014 byl Egypt s podílem 6,86 % na celkové světovém importu. Následují Indonésie a Alžírsko s podíly 4,63 a 4,5 %. Dále jsou v přehledu uvedeny EU, Turecko, Japonsko a Brazílie s podíly od 3,7 do 3,64 %, tedy s podobnou úrovní dovozů. Filipíny a Írán importovaly pšenici v objemu odpovídajícím 3,16, resp. 3,1 % světového importu. Desátým ze sledovaných importérů je

Mexiko s 2,16% podílem na celkovém importu. Největšími dovozci pšenice do EU byly v daném roce Ukrajina a USA (EK, ARD, 2015).

**Graf č. 48: Nejvýznamnější dovozci pšenice**

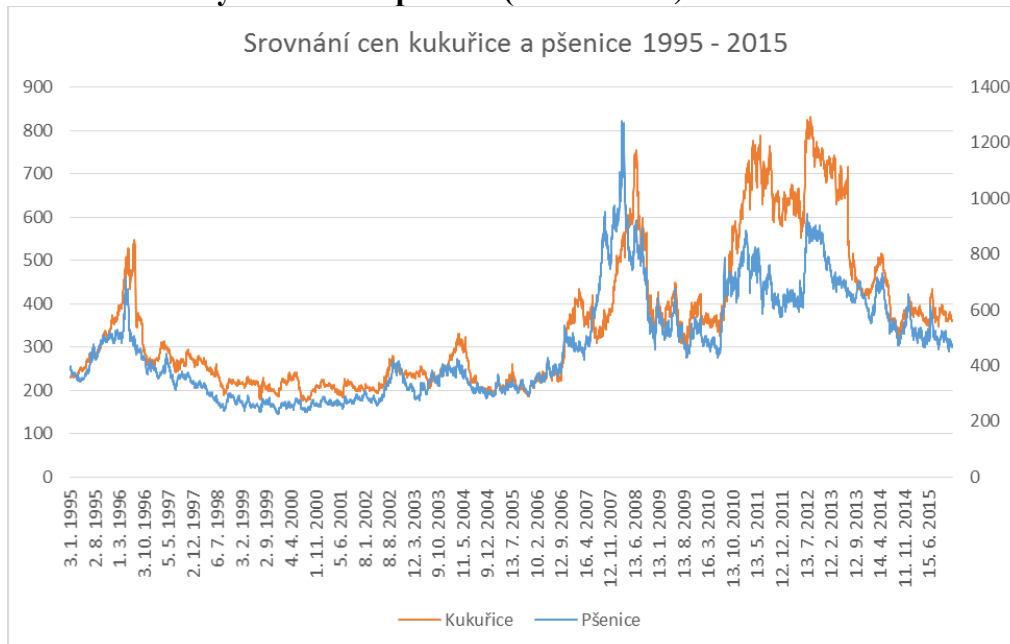


Zdroj: USDA, 2015

### 4.2.3 Cenový vývoj trhu pšenice

Co se týká cenového vývoje pšenice, tak ten je z hlediska dlouhodobého vývoje téměř shodný s vývojem cen kukuřice. Obě tyto komodity patří do kategorie zrnin obchodovaných na CBOT, a jak bylo uvedeno výše, obchodují se skrze kontrakty expirující ve stejných kalendářních měsících. Nicméně při vizuální analýze grafu č. 49 jsou jisté odchylky v cenovém vývoji za sledované období let 1995 – 2015 patrné. I zde platí, že ceny jsou kótovány v centech za bušl a hodnota na svislé ose, pak může být interpretována jako cena v USD za 100 bušlů. Je zřejmé, že cena pšenice dosahovala v daném období vyšších hodnot, přesto však byla zaznamenána období, kdy se cena kukuřice cenám pšenice buď vyrovnala, nebo ji dokonce předčila. Za pozornost rovněž stojí, že v několika případech vývoj na trhu pšenice předcházel vývoji na trhu kukuřice.

**Graf č. 49: Ceny kukuřice a pšenice (1995 – 2015)**



Zdroj: CME, 2016

Graf. č. 49 zachycuje dlouhé časové období a je založen na denních cenách, čímž částečně znesnadňuje interpretaci pozorovaných hodnot, proto byl cenový vývoj sledovaných aktiv rozložen na 4 časové úseky počínaje rokem 1996 a konče rokem 2015.

Charakteristika sledované časové řady cen pšenice je pak shrnuta tabulkou č. 33. Vlastnosti cen kukuřice byly již shrnuty výše.

**Tabulka č. 33: Charakteristika cen pšenice**

Stř. hodnota	469,591	Špičatost	0,076
Chyba stř. hodnoty	2,560	Šikmost	0,845
Medián	427,000	Minimum	224,000
Modus	267,000	Maximum	1280,000
Směr. odchylka	186,135	Součet	2481785,990
Rozptyl výběru	34646,280	Počet	5285,000

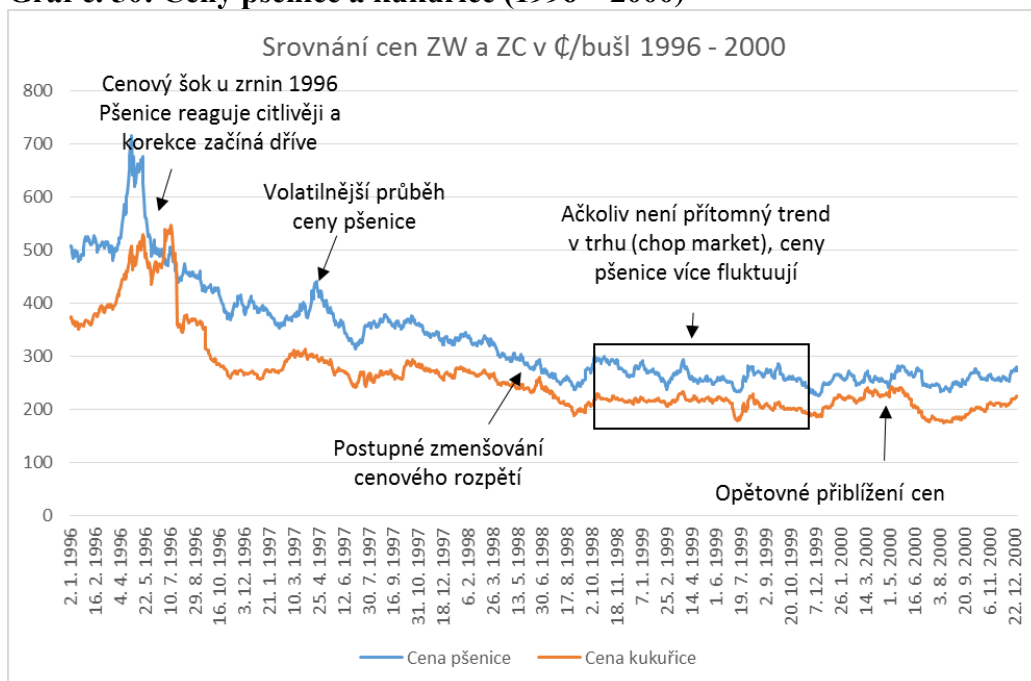
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

## Cenový průběh v období 1996 – 2000

V průběhu let 1996 – 2000 došlo k cenovému šoku u zrnin a k následné korekci v trhu. Ceny pšenice jsou obecně vyšší, než ceny kukuřice. Nicméně korekce po prudkém vzestupu cen v roce 1996 začíná dříve v trhu pšenice a kukuřice se připojuje s několika měsíčním zpožděním. V tomto období také ceny kukuřice překonávají ceny pšenice.

Do listopadu roku 1998 pokračuje mírný sestupný trend a opět se zmenšuje cenové rozpětí mezi cenami kukuřice a pšenice, přičemž ceny pšenice mají tendenci více kolísat. V letech 1999 a 2000 jde trh tzv. „do strany“, v angličtině se tento jev nazývá „chop market“ a je nežádoucí pro účastníky, kteří nemají zájem o skutečné převzetí podkladového aktiva. Zde je nutné uvést, že zdali trh jde do strany, či vykazuje trend, také do značné míry ovlivňuje time-frame, jakým je na trh nahlíženo.

**Graf č. 50: Ceny pšenice a kukuřice (1996 – 2000)**



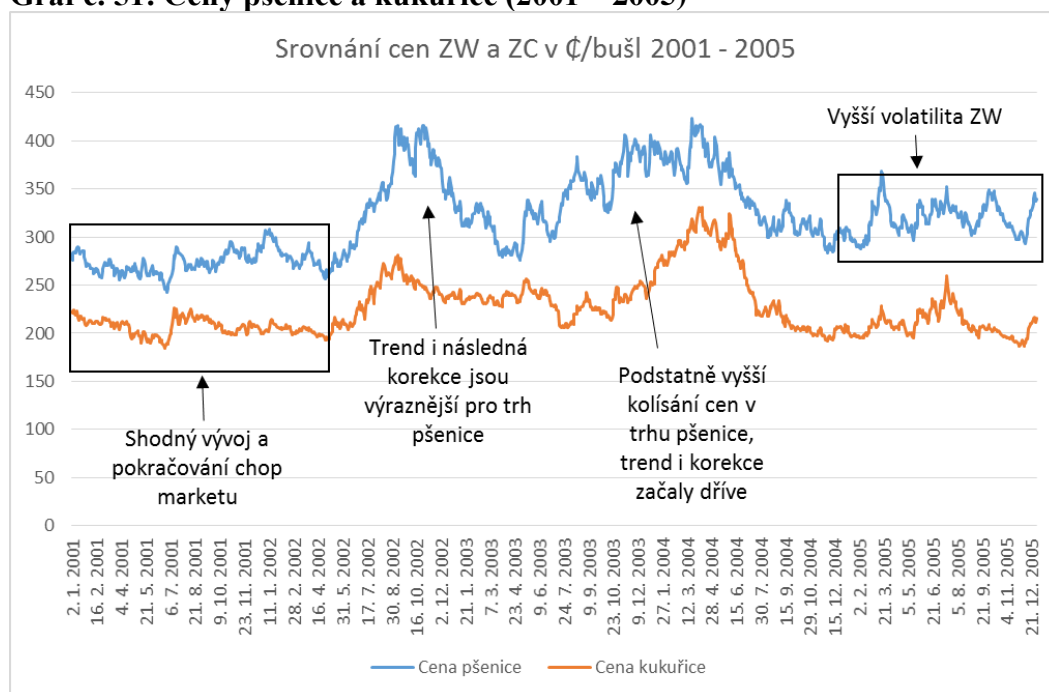
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

## Cenový průběh v období 2001 - 2005

V začátku sledovaného období 2001 – 2005 pokračuje chop market s téměř shodným vývojem obou sledovaných časových řad. Na začátku druhé poloviny roku 2002 trhy začínají opět růst.

Tento trend trvá do konce tohoto roku a následuje korekce, která je ale podstatně zřetelnější pro trh pšenice. V počátku druhé poloviny roku 2003 opět začíná růstový trend, který trvá necelý rok a je následován korekcí. Zde za pozornost stojí fakt, že trh pšenice začal růst dříve než trh kukuřice. Rovněž korekce v trhu pšenice předcházela korekci v trhu kukuřice. Závěr sledovaného období je pak charakteristický absencí výrazného trendu (trh jde opět do strany) a vyšším kolísáním cen pšenice.

**Graf č. 51: Ceny pšenice a kukuřice (2001 – 2005)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

### Cenový průběh v období 2006 - 2010

V období let 2006 – 2010 končí období, kdy trhy nevykazovaly žádný výrazný trend, a na počátku roku 2007 začínají ceny po přiblížení pozvolna růst. Růstový trend opět začíná s počátkem druhé poloviny roku a opět je výraznější pro trh pšenice, která tak předznamenává vývoj v trhu kukuřice, který ji následuje. Zároveň následný pokles cen začal dříve a byl výraznější pro trh pšenice. V tomto případě vývoj na trhu pšenice předznamenal vývoj trhu kukuřice o několik měsíců.

Na přelomu let 2006 a 2007 se začíná projevovat finanční krize v akciových trzích, ale komoditní trhy pokračují v růstu až do druhé poloviny roku 2008, pak následuje všeobecný pokles cen sledovaných aktiv. Roky 2009 a 2010 jsou charakteristické kolísáním cen a na konci roku 2010 začíná další býčí trend ve sledovaných trzích.

**Graf č. 52: Ceny pšenice a kukuřice (2006 – 2010)**

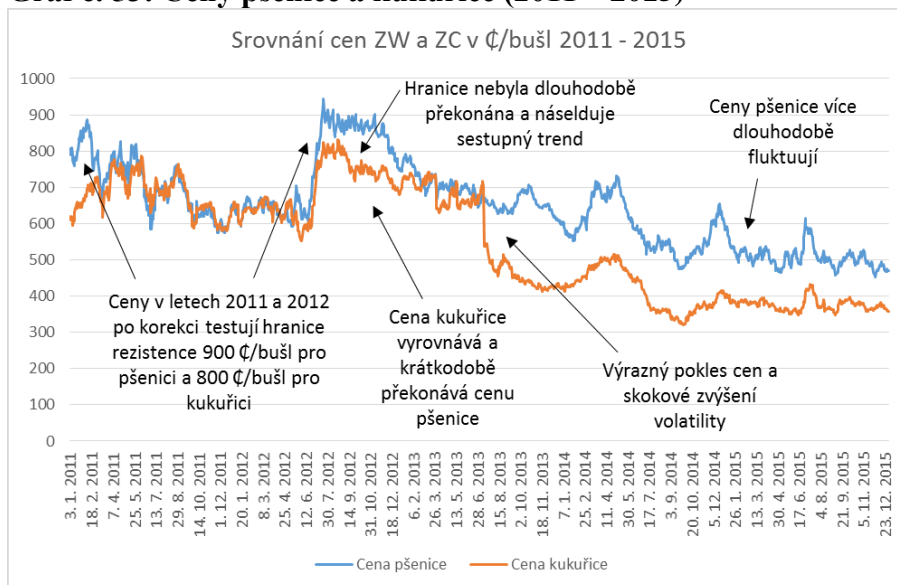


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

### Cenový průběh v období 2011 - 2015

V posledním sledovaném období, zachyceném na grafu č. 53 ceny dosahují svých historických maxim a naráží na podporu rezistence, kterou se nedaří dlouhodobě překonat. Trhy vykazují vysokou volatilitu a rozdíly mezi cenami sledovaných komodit se stírají. Na začátku roku 2013 začíná sestupný trend. V polovině roku 2013 prudce klesnou ceny kukuřice, aby se obnovil cenový rozdíl mezi pšenicí a kukuřicí. V závěru sledovaného období opět není patrný výrazný trend, ale ceny pšenice mají tendence být více volatilní. Grafy srovnávající volatilitu cen pšenice a kukuřice v jednotlivých obdobích jsou pak uvedeny v přílohách.

**Graf č. 53: Ceny pšenice a kukuřice (2011 – 2015)**

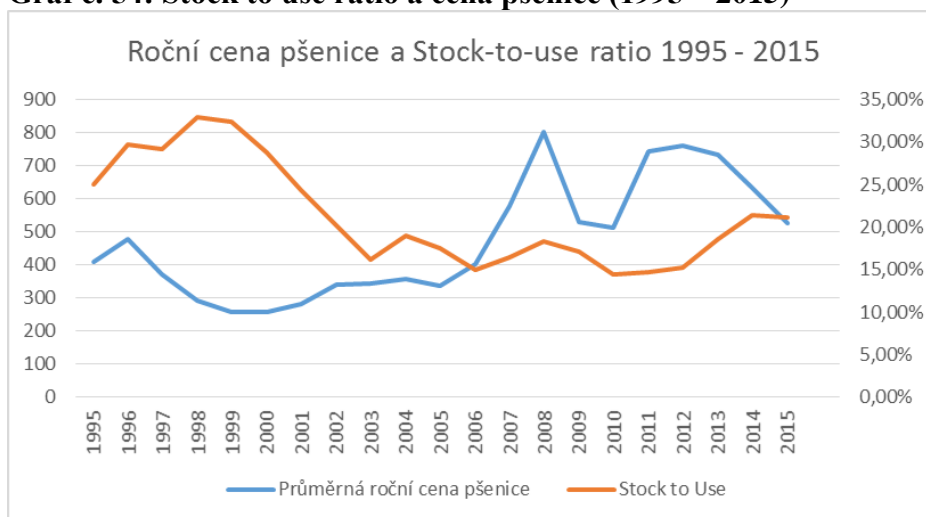


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

#### 4.2.3.1 Stock to Use Ratio

Graf č. 54 poskytuje srovnání vývoje světových zásob pšenice a její ceny. Je zde patrný velmi podobný vývoj s hodnotami kukuřice. Průměrné světovné zásoby pšenice se pohybovaly ve sledovaném období od 13 do 34 %. Začátek sledovaného období je charakteristický narůstajícím objemem světových zásob pšenice, které pak ale v reakci na pokles cen na světových trzích poklesly od roku 2003 do roku 2013 a fluktovaly v pásmu rozmezí hodnot 13 – 20 %.

**Graf č. 54: Stock to use ratio a cena pšenice (1995 – 2015)**

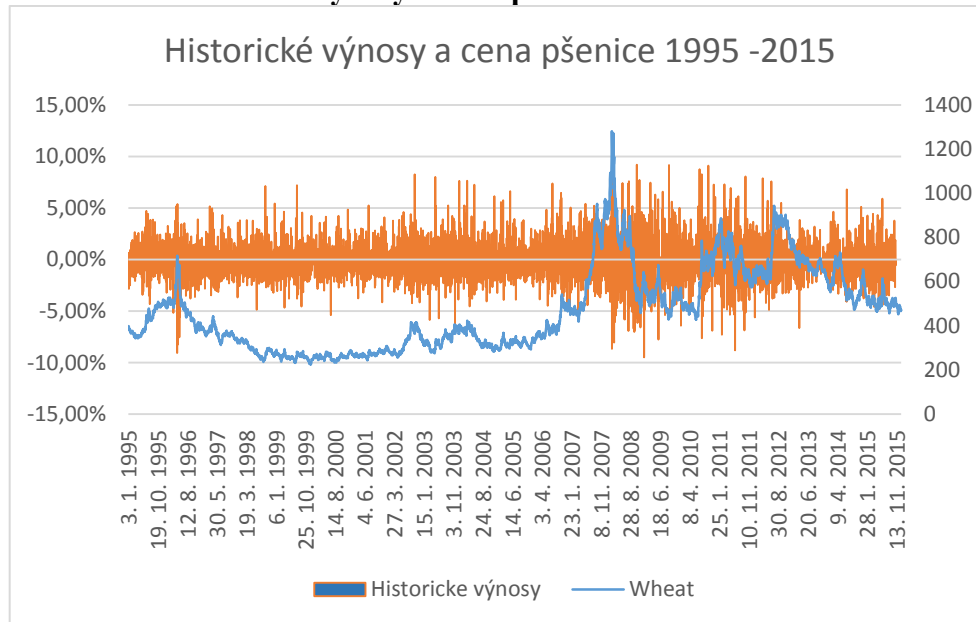


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat USDA a farmdoc, 2016

#### 4.2.4 Volatilita

Při základním hodnocení volatility bylo opět užito ukazatele historických výnosů, ten je pak společně s průběhem ceny zachycen na grafu č. 55, ze kterého je patrný podobný vývoj jako v případě kukuřice. Nicméně při podrobnějším srovnání vyplývá, že v případě trhu pšenice má ukazatel širší pásmo hodnot, kterých nabývá. Tato skutečnost by mohla naznačovat, že trh pšenice vykazuje větší volatilitu v porovnání s trhem kukuřice. Tomuto problému bude věnována pozornost níže. I zde je dobře patrné shlukování volatility a větší kolísání od druhé poloviny roku 2008.

**Graf č. 55: Historické výnosy a cena pšenice**

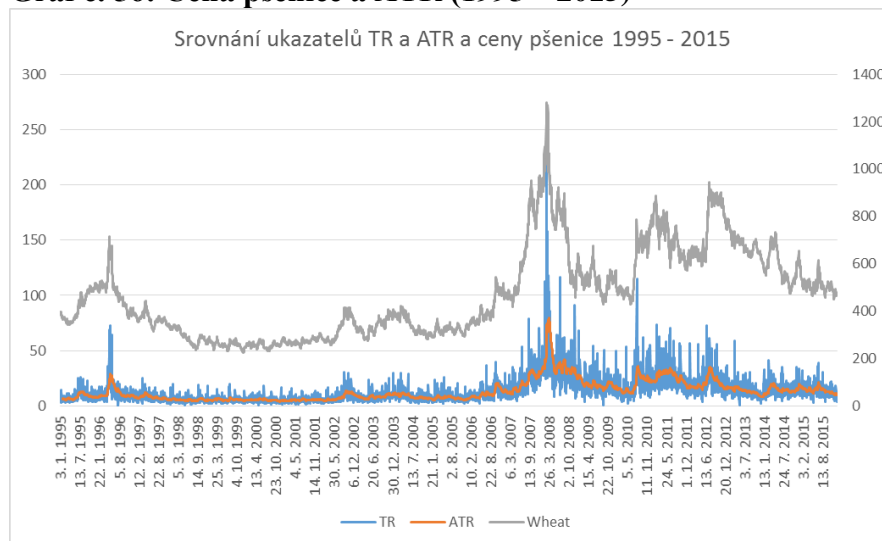


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Dále bylo užito srovnání ukazatelů True Range, Average True Range a vývoje cen. Ty identifikují vysokou volatilitu v trhu spojenou s výraznými trendy následovanými stejně výraznými poklesy cen. Zejména pak v letech 1996 a 2008. Ačkoliv ukazatel ATR má tendenci kopírovat cenový vývoj, tak poskytuje včasnou informaci o rostoucí volatilitě v trhu.



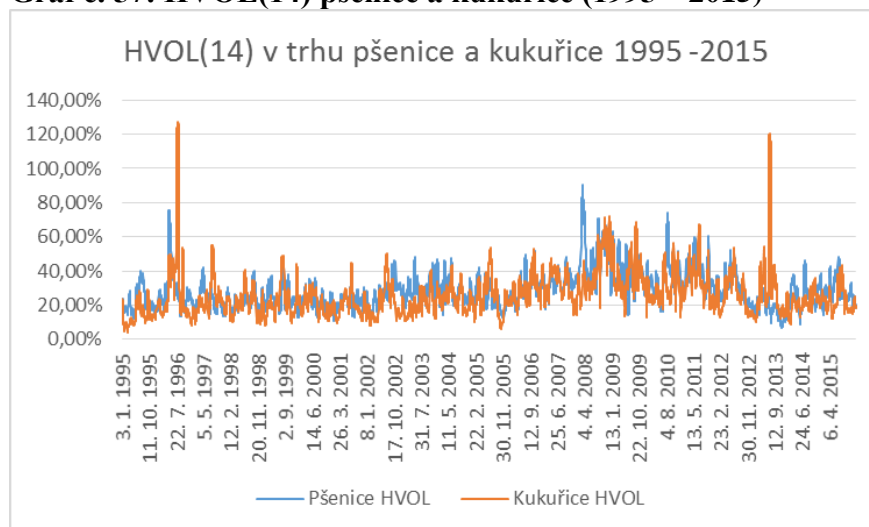
**Graf č. 56: Cena pšenice a ATR (1995 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Ukazatelé HVOL(14) pro denní závěrečné ceny na CBOT pšenice a kukuřice v letech 1995 – 2015 jsou srovnány v grafu č. 57 Sledované období je relativně dlouhé a část informací se tak může v grafu ztratit. Z tohoto důvodu jsou v přílohách uvedeny grafy, kdy byl tento graf opět rozčleněn na 4 období (1996 – 2000, 2001 – 2005, 2006 – 2010 a 2011 – 2015). I tak je z grafu patrné, že pšenice sice vykazuje dlouhodobě vyšší hodnoty HVOL(14), ale zároveň kukuřice má tendenci k více strmým cenovým výkyvům, což se projevuje na skokovém zvýšení hodnot v letech 1996 a 2013.

**Graf č. 57: HVOL(14) pšenice a kukuřice (1995 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Jak již bylo uvedeno výše, sledované období bylo rozděleno na čtyři pětileté periody. Pro ty pak byly určeny průměry hodnot HVOL(14), viz tabulku č. 34. Ve všech sledovaných případech má pšenice tyto hodnoty vyšší, vykazuje tak vyšší volatilitu, a to i navzdory volatilitě kukuřice v letech 1996 a 2013.

**Tabulka č. 34: Srovnání ukazatelů HVOL(14)**

<b>Období</b>	<b>Průměr HVOL(14) pšenice</b>	<b>Průměr HVOL(14) kukuřice</b>
1996 - 2000	24,79%	24,15%
2001 - 2005	26,61%	22,35%
2006 - 2010	37,65%	33,95%
2011 - 2015	28,89%	27,32%

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

#### 4.2.4.1 Modelování volatility trhu pšenice

Při odhadu modelu podmíněného rozptylu pro trh pšenice bylo po provedených testech přistoupeno k úpravě hodnot prostřednictvím prvních diferencí a přirozených logaritmů. Jako neoptimálnější se ukázalo užít prvních diferencí. Stejně jako v případě kukuřice nejprve byl odhadnut lineární model metodou nejmenších čtverců (OLS).

Model je založen na denních datech pro zavírací ceny na CBOT od 3.1.2005 od 31.12.2015.

Tato řada obsahuje 2770 pozorování. Výsledky modelu OLS jsou shrnuty v tabulce č. 35.

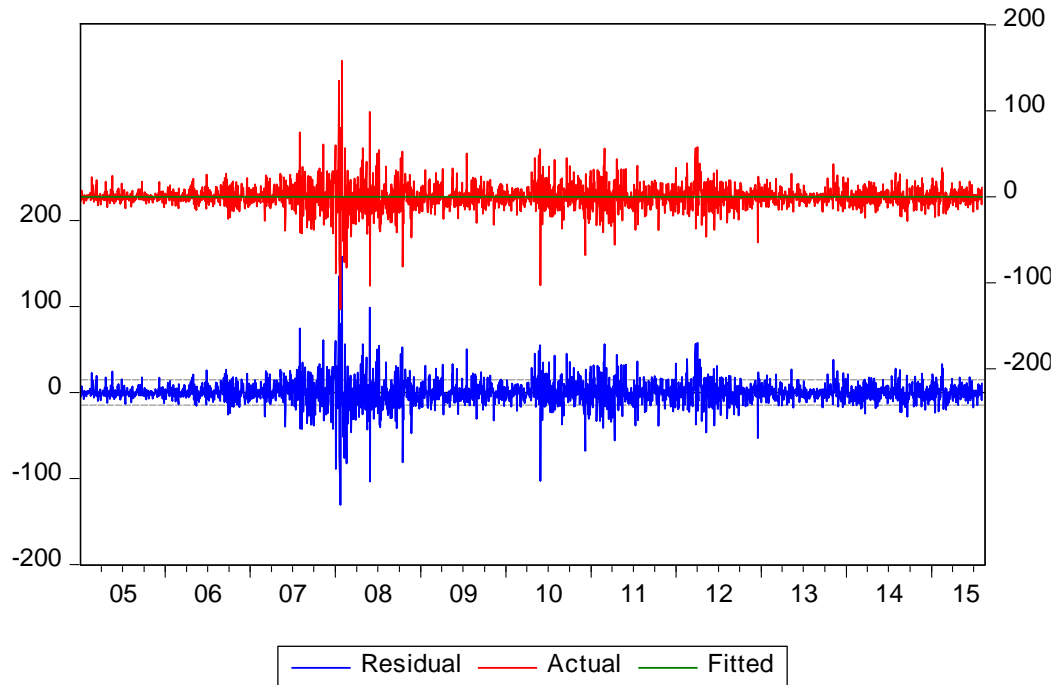
**Tabulka č. 35: OLS model pšenice**

<b>Koeficient</b>	<b>Směr. chyba</b>	<b>t-podíl</b>	<b>p-hodnota</b>
<b>0,059567</b>	<b>0,279947</b>	<b>0,212779</b>	<b>0,8315</b>
Sřední hodnota závisle proměnné	0,059567	Sm. odchylka závisle proměnné	14,73383
Součet čtverců reziduí	601110,2	Sm. chyba regrese	14,73383
Koeficient determinace	0	Adjustovaný koeficient determinace	0
Logaritmus věrohodnosti	-11381,66	Akaikovo kritérium	8,21853
Schwarzovo kritérium	8,22067	Hannan-Quinnovo kritérium	8,219303
Durbin-Watsonova statistika	1,889717		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Průběh residuí sledovaných hodnot je pak zachycen grafem č. 58.

**Graf č. 58: Rezidua OLS modelu**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

I zde je patrné, že data nebudou pravděpodobně stacionární. Je vidět vyšší volatilita okolo roku 2008, a zároveň je možné pozorovat shlukování volatility. Z těchto důvodů byl proveden ARCH LM test, jehož výsledky jsou zachyceny v tabulce č. 36.

**Tabulka č. 36: ARCH LM test**

F-statistika	8,423408	Prav. F(1,2768)	0,0002
Obs*R-squared	16,76302	Prav. Chí-kvadrát	0,0002

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	t-podíl	p-hodnota
C	-0,0000613	0,279199	-0,00022	0,9998
RESID(-1)	0,058111	0,018983	3,061281	0,0022
RESID(-2)	-0,055025	0,018983	-2,898667	0,0038
Koeficient determinace	0,006052	Střední hodnota závisle proměnné		-7,55E-15
Adjustovaný koeficient determinace	0,005333	Sm. odchylka závisle proměnné		14,73383
Sm. chyba regrese	14,69449	Akaikovo kritérium		8,213904
Součet čtverců reziduí	5,97E+05	Schwarzovo kritérium		8,220323
Logaritmus věrohodnosti	-11373,26	Hannan-Quinnovo kritérium		8,216222
F-statistika	8,423408	Durbin-Watsonova statistika		2,001479
Pravděbodonost (F-stat.)	0,000225			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Na základě výsledků ARCH LM testu je možné zamítnout nulovou hypotézu o nepřítomnosti heteroskedasticity v datech. Podobně jako v předchozím případě je možno tedy užít modelů skupiny GARCH. Jako první byl odhadnut ARCH(1) model, jež ilustrován tabulkou č. 37. A může v tomto případě být vyjádřen jako:  $GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2 + C(4)*RESID(-2)^2 + C(5)*RESID(-3)^2 + C(6)*RESID(-4)^2 + C(7)*RESID(-5)^2$

**Tabulka č. 37: ARCH (1) model**

Proměnná	Koeficient	Směr, Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	0,15121	0,195251	0,774438	0,4387
C	118,6211	2,280287	52,02024	0
RESID(-1)^2	0,464126	0,019858	23,37219	0
Koeficient determinace	-0,000039	Sřední hodnota závisle proměnné		0,059567
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000039	Sm. odchylka závisle proměnné		14,73383
Sm. chyba regrese	14,73411	Akaikovo kritérium		7,968258
Součet čtverců reziduí	601133,4	Schwarzovo kritérium		7,974677
Logaritmus věrohodnosti	-11033,04	Hannan-Quinnovo kritérium		7,970576
Durbin-Watsonova statistika	1,889644			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Dále byly testovány modely GARCH, jejichž charakteristika je uvedena níže.

### **GARCH(1,1)**

Parametry modelu GARCH (1,1) a jejich vlastnosti jsou shrnuty v tabulce č. 38.

**Tabulka č. 38: GARCH(1,1) model**

Proměnná	Koeficient	Směr, Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	-0,081645	0,172681	-0,472808	0,6364
C	1,106458	0,153129	7,22565	0
RESID(-1)^2	0,066772	0,005021	13,29797	0
GARCH(-1)	0,928826	0,00506	183,5767	0
Koeficient determinace	-0,000092	Střední hodnota závisle proměnné		0,059567
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000092	Sm. odchylka závisle proměnné		14,73383
Sm. chyba regrese	14,7345	Akaikovo kritérium		7,704837
Součet čtverců reziduí	601165,4	Schwarzovo kritérium		7,713395
Logaritmus věrohodnosti	-10667,2	Hannan-Quinnovo kritérium		7,707928
Durbin-Watsonova statistika	1,889544			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Odhadnutý model GARCH(1,1) lze zapsat jako:

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3)*\text{RESID}(-1)^2 + C(4)*\text{GARCH}(-1)$$

Dalším testovaným modelem byl model TARCh, ten je založen na:

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3)*\text{RESID}(-1)^2 + C(4)*\text{RESID}(-1)^2*(\text{RESID}(-1) < 0) + C(5)*\text{GARCH}(-1)$$

**Tabulka č. 39: TARCh Model**

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	0,12583	0,176135	0,714395	0,475
C	0,852197	0,106103	8,031768	0
RESID(-1)^2	0,075704	0,005394	14,0355	0
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	-0,058302	0,007323	-7,961927	0
GARCH(-1)	0,94746	0,004244	223,2346	0
Koeficient determinace	-0,00002	Střední hodnota závisle		0,059567
Adjustovaný koeficient determinace	-0,00002	Sm. odchylka závisle proměnné		14,73383
Sm. chyba regrese	14,73398	Akaikovo kritérium		7,692465
Součet čtverců reziduí	601122,3	Schwarzovo kritérium		7,703163
Logaritmus věrohodnosti	-10649,06	Hannan-Quinnovo kritérium		7,696329
Durbin-Watsonova statistika	1,889679			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

## EGARCH

Posledním odhadovaným modelem byl model EGARCH, který může být zapsán jako:

$$\text{LOG}(\text{GARCH})=\text{C}(2)+\text{C}(3)*\text{ABS}(\text{RESID}(-1))/\text{@SQRT}(\text{GARCH}(-1))+\text{C}(4)*\text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$$

**Tabulka č. 40: EGARCH model**

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	-0,186328	0,164297	-1,134092	0,2568
C(2)	-0,056528	0,005996	-9,427477	0
C(3)	0,158826	0,010075	15,76402	0
C(4)	0,987661	0,001671	591,0973	0
Koeficient determinace	-0,000279	Střední hodnota závisle proměnné		0,059567
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000279	Sm. odchylka závisle proměnné		14,73383
Sm. chyba regrese	14,73588	Akaikovo kritérium		7,699663
Součet čtverců reziduí	601277,7	Schwarzovo kritérium		7,708221
Logaritmus věrohodnosti	-10660,03	Hannan-Quinnovo kritérium		7,702754
Durbin-Watsonova statistika	1,889191			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Na základě hodnot Akaikova a Schwarzova kritéria byl vybrán jako neoptimalnější TARARCH model. Následně byla provedena verifikace modelu.

## Verifikace

**Tabulka č. 41: Hodnocení sériové korelace – čtverce reziduí**

Autokorelace	Parciální korelace		AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	0,025	0,025	1,7306	0,188
		2	0,009	0,008	1,9505	0,377
		3	-0,003	-0,003	1,9706	0,579
		4	0,005	0,006	2,053	0,726
		5	-0,013	-0,013	2,5244	0,773
		6	-0,007	-0,007	2,6634	0,85
		7	-0,007	-0,007	2,8179	0,901
		8	-0,011	-0,011	3,1719	0,923
		9	-0,009	-0,008	3,3869	0,947
		10	0,015	0,015	3,9954	0,948

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Nejdříve byl model testován ohledně sériové korelace, ta nebyla identifikována až pro zpoždění 10. řádu, viz tabulka č. 41. Následně byl proveden opět ARCH LM test s cílem identifikace heteroskedasticity. Jeho výsledky jsou shrnuty v následující tabulce č. 42

**Tabulka č. 42: ARCH LM test**

F-statistika	1,727948	Prob. F(1,2768)	0,1888	
Obs*R-squared	1,728118	Prob. Chi-Square(1)	0,1887	
Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	t-podíl	p-hodnota
C	0,973908	0,046132	21,11134	0
WGT_RESID^2(-1)	0,024982	0,019005	1,314514	0,1888
Koeficient determinace	0,000624	Střední hodnota závisle proměnné		0,998866
Adjustovaný koeficient determinace	0,000263	Sm. odchylka závisle proměnné		2,212689
Sm. chyba regrese	2,212399	Akaikovo kritérium		4,426754
Součet čtverců reziduí	13543,66	Schwarzovo kritérium		4,431034
Logaritmus věrohodnosti	-6126,84	Hannan-Quinnovo kritérium		4,4283
F-statistika	1,727948	Durbin-Watsonova statistika		2,000289
Pravděbodonost (F-stat.)	0,188782			

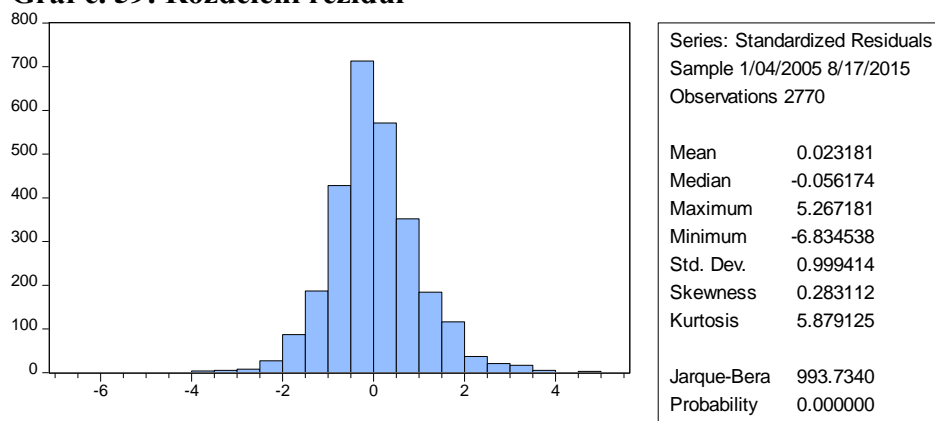
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016



Na základě výsledků ARCH LM testu může být nulová hypotéza o nepřítomnosti heteroskedasticity v datech potvrzena.

Následující graf zachycuje rozdělení reziduí. Rozdělení reziduí není stále normální. Z grafu je patrné, že rozdělení reziduí vykazuje větší špičatost a je více šikmé zleva, i tak má ale k normálnímu rozdělení blíže, než v případě kukuřice.

**Graf č. 59: Rozdělení reziduí**

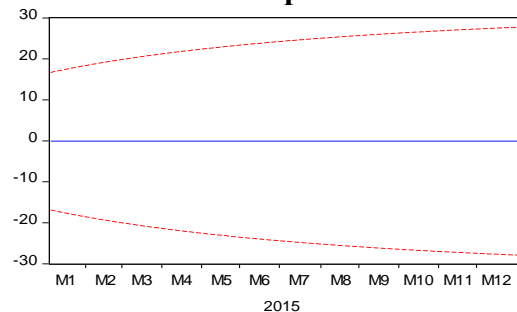


Zdroj: Vlastní zpracování

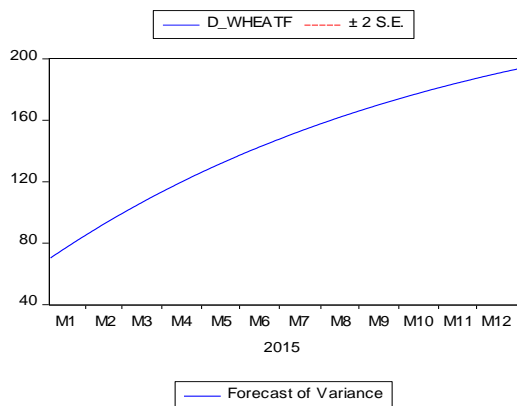
na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Na základě odhadnutých parametrů byla provedena predikce dat pro období roku 2015. I zde je patrná tendence standardní chyby konvergovat k dlouhodobé střední hodnotě.

**Graf č. 60: Statická predikce**



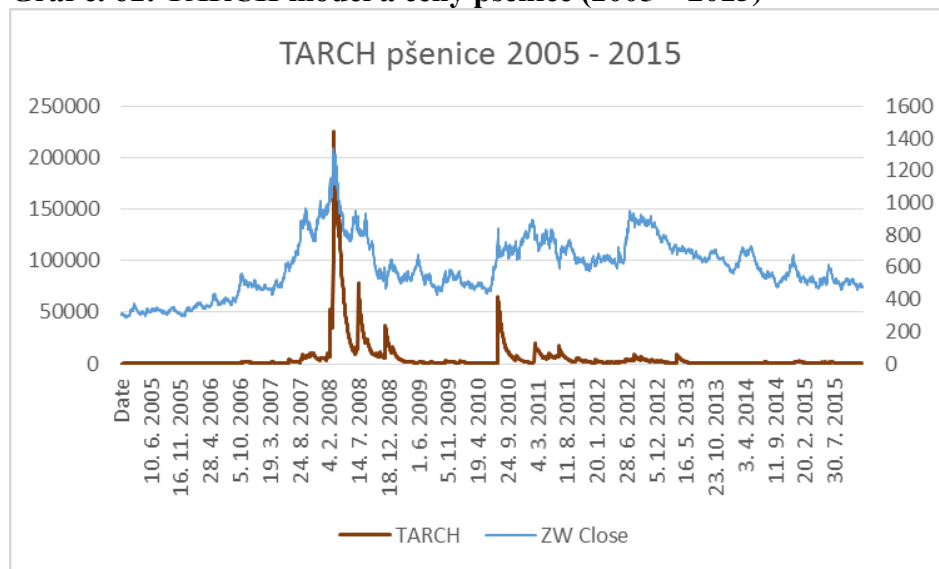
Forecast:	D_WHEATF
Actual:	D_WHEAT
Forecast sample:	1/05/2015 12/31/2015
Included observations:	161
Root Mean Squared Error	9.096447
Mean Absolute Error	7.013657
Mean Abs. Percent Error	98.34667
Theil Inequality Coefficient	0.991088
Bias Proportion	0.000007
Variance Proportion	NA
Covariance Proportion	NA



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Následující graf shrnuje odhadnutý model TARARCH pro roky 2005 – 2015 a průběh cen pšenice na CBOT. Model reaguje na volatilitu v roce 2008 skokovým zvýšením hodnot, podobně pak i v roce 2010.

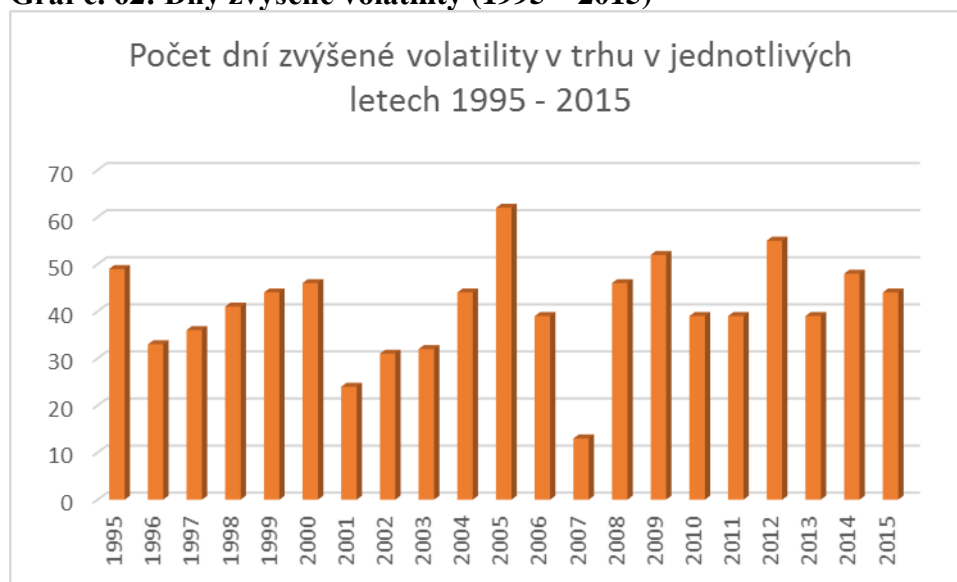
**Graf č. 61: TARCH model a ceny pšenice (2005 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Stejně jako v případě kukuřice i pro trh pšenice bylo užito indikátoru HVOL k hodnocení počtu dní zvýšené volatility v trhu v jednotlivých letech, měsících a pro sledované kontrakty. I zde platí, že metoda založená na hodnocení počtu dní se zvýšenou likviditou identifikovala okrajové roky cenových trendů. Konkrétně pak roky 1995, 2005, 2009 a 2012.

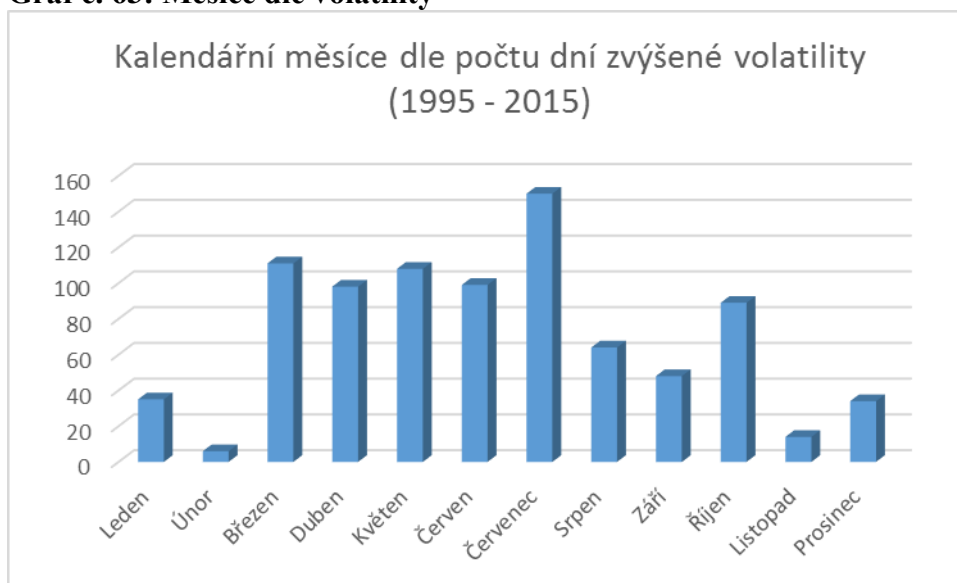
**Graf č. 62: Dny zvýšené volatility (1995 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Stejným způsobem, jakým byly hodnoceny jednotlivé roky dle počtu dní překonávajících průměr ukazatele HVOL(14) pro daný rok, bylo nahlíženo i na jednotlivé kalendářní měsíce. Zde je průběh bližší trhu kukuřice, kdy nejvolatilnějším kalendářním měsícem je červenec a nejméně volatilním pak únor. Nicméně průběh je více vyrovnaný. Bude-li pominut leden, který z řady hodnot vybočuje, dá se konstatovat, že od března začíná volatilita v trhu růst a postupně, téměř lineárně, roste až do července, aby pak zase relativně vyrovnaně klesala až do konce kalendářního roku. Tomuto jevu by pak mohl odpovídat i fakt, že velká část výrazných trendů v trhu pšenice začínala právě počátkem druhé poloviny roku (červen – srpen).

**Graf č. 63: Měsíce dle volatility**



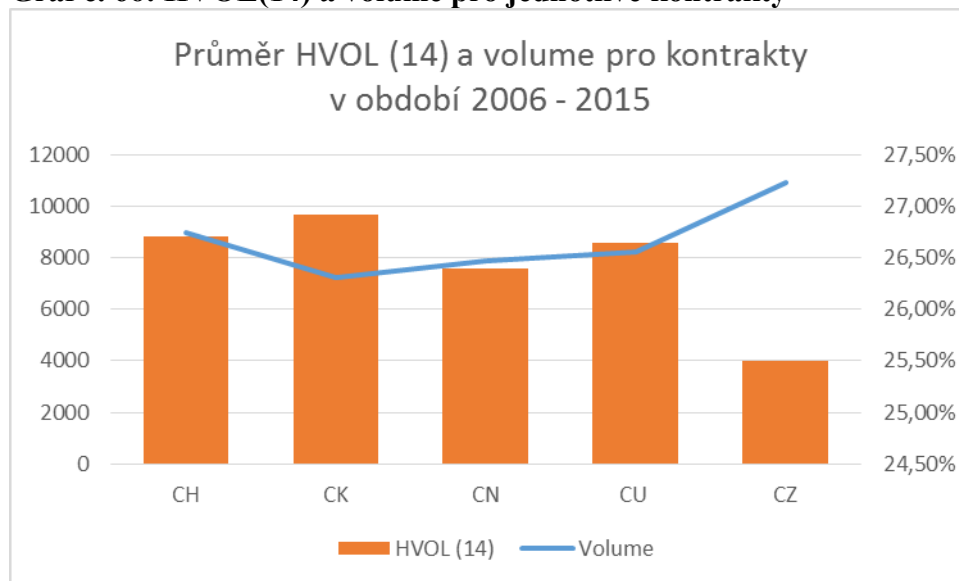
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Graf č. 64 zachycuje souhrnný průběh volatility v jednotlivých letech a měsících. Hodnoty 0 – 25 udávají počet dní zvýšené volatility v trhu pro daný měsíc a rok. Je zde jasně patrné období vysoké volatility v letech 2006 – 2013, kdy je v trhu vysoká volatilita téměř celý rok, bez ohledu na kalendářní měsíc. Pro začátek sledovaného období, tedy pro roky 1995 – 2005 platí, že se volatilita shlukuje okolo měsíce červenec.



Graf č. 66 shrnuje průměrnou volatilitu měřenou prostřednictvím ukazatele HVOL(14) pro kontraktní měsíce pšenice. Ty jsou stejné jako pro futures kukuřice obchodované na CBOT, tedy březen (H), květen (K), červenec (N), září (U) a prosinec (Z). I zde výsledky ukazují, že ačkoliv nejvolatitnějším měsícem je květen, což je shodné s futures kukuřice, tak rozdíly mezi měsíci březen – září nejsou tak výrazné jako právě v trhu kukuřice. A výrazně se odchyľují pouze kontrakty s expirací v prosinci.

**Graf č. 66: HVOL(14) a volume pro jednotlivé kontrakty**

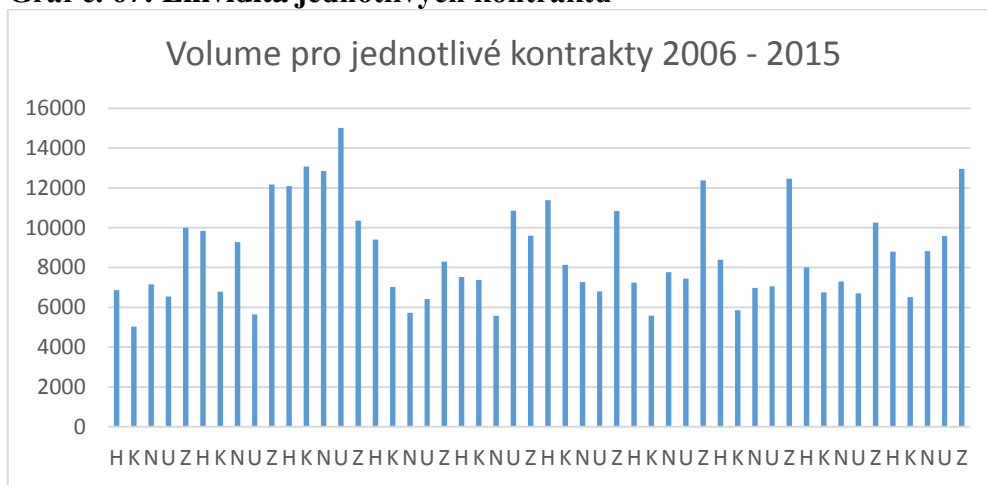


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

#### 4.2.5 Likvidita

Výše uvedený graf č. 66 pak ještě zachycuje průměrnou likviditu přiřazenou, jednotlivým kontraktním měsícům, která je právě nejvyšší pro futures s expirací v prosinci, tedy pro kontraktní měsíc s nejnižší hodnotou průměru HVOL(14). Graf č. 67 pak zachycuje průměrné volume pro kontrakty pšenice v letech 2006 – 2015. Hodnoty průměru uskutečněných obchodů jsou pak nejvyšší právě v období let 2008 – 2009, které byly charakteristické vysokou volatilitou cen.

**Graf č. 67: Likvidita jednotlivých kontraktů**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Co se týká srovnání průběhu likvidity vyjádřené hodnotami počtu uskutečněných obchodů (volume) a otevřených pozic – OI (open interest) a vývoje cen, tak to je zachyceno pro trh kukuřice na grafu. č. 96 a 97 uvedeném v další části, která obsahuje souhrnné srovnání. Celkový souhrn a srovnání těchto hodnot je pak uvedeno na konci další podkapitoly, která se zabývá analýzou trhu sójových bobů, a přináší tak komplexní přehled sledovaných vztahů.

### 4.3 Sójové boby

Sója (*Glycine max* (L.) Merrill) se řadí mezi luštěniny a jejími příbuznými rostlinami jsou vojtěška, hrách a jetel (Soystats, 2015). Její první užití člověkem je datováno do roku 2853 před Kristem v Číně, odkud se, coby rostlina sub-tropického a tropického pásma dále rozšířila (Soyatech, 2012).

Sója obsahuje vysoký podíl proteinů a olejů, což umožňuje její široké užití jako krmiva, tak i v potravinářství a v průmyslu. Obsah proteinu a oleje se pohybuje okolo 38 a 18 %. Velká část produkované a zpracované sóji je spotřebována jako krmivo a menší část pak jako potravina (sójové mléko, mouka, tofu, a další...). Sójové maso bylo zpočátku vedlejším produktem zpracování sójových bobů za účelem produkce sójového oleje. Vzhledem k jeho vysokému obsahu bílkovin má širokou škálu uplatnění jak v potravinářství, tak pro krmné účely u živočišné produkce. Užití sóji ke krmným účelům představuje zhruba 75 % celkové světové spotřeby (WWF, 2015). Sójový olej je druhým nejrozšířenějším rostlinným olejem na světě (první je palmový olej). V průmyslu je sója užívána mimo jiné k produkci bionafty (NSPCA, 2014).

Světový fond na ochranu přírody (WWF, 2015) odhaduje, že každý občan EU průměrně zkonzumuje 61 kilogramů sóji ročně. Jedná se o přepočít, kdy je sója užívána jako krmivo z důvodu vysoké výživové hodnoty (bere se tak v potaz i sója užitá pro krmné účely masných plemen hospodářských zvířat). Ta samá organizace pak upozorňuje na ekologické dopady rozšiřující se produkce a oseté plochy. To má za následek úbytek deštných pralesů v Amazonii. Sója je zároveň plodinou, která byla geneticky modifikována. Transgenní (GMO) sója se podílí na celosvětové produkci 50 – 70 %. Přesné hodnoty nejsou známy, neboť některé země množství pěstované GMO sóji neuvádějí, pravděpodobně z důvodů odbytu. Mezi tyto státy patřila i Argentina, která byla v roce 2014 třetím největším světovým producentem sójových bobů (WSA, 2015).

Produkce sójových bobů za posledních 40 let vzrostla o více než 500 % a očekává se další růst spojený s vyšší poptávkou po krmivech a biopalivech. Ačkoliv největším producentem jsou USA, tak rozdíl mezi Spojenými státy a druhou Brazílií se zmenšuje, a predikce ukazuje, že Brazílie by měla v následujících pěti letech Spojené státy předstihnout co do množství produkce sójových bobů (Soyatech, 2015). Zde ovšem environmentální organizace uvádějí riziko, že tento



růst produkce bude na úkor plochy deštných pralesů a bio diverzity v Jižní Americe (WWF, 2015).

Pěstování sóji v Brazílii představuje významný zdroj příjmů a příspěvku národní ekonomice. V roce 2011 tento přínos představoval 24 miliard amerických dolarů a 1,5 milionu pracovních míst (ABIOVE, 2015).

Vypěstovat sóju trvá v závislosti na kultivaru, účelu pěstování a počasí od 4 do 6 měsíců. Sklizně pak probíhají v rozmezí 1 až 3 měsíců. V USA a Číně sklizně probíhají od září do listopadu a představují necelých 40 % celosvětové produkce. V Brazílii a Argentině pak sklizně probíhají od března do června. Tato produkce odpovídá necelé polovině světového objemu produkce sójových bobů (CRB, 2013 a FAOSTAT, 2015).

### **Obchodování sójových bobů na CBOT**

Sója je obchodována stejně jako ostatní sledované komodity na CBOT prostřednictvím futures kontraktů, které obsahují 5000 bušlů. V tomto případě tato hodnota odpovídá zhruba 136 tunám. Ceny jsou rovněž kótovány v centech za bušl. Rozdílné oproti předchozím měsícům jsou pak kontraktní měsíce. Těch je v tomto případě sedm a jedná se o měsíce leden (F), březen (H), květen (K), červenec (N), srpen (Q), září (U) a listopad (X). Platí, že kontrakty zpravidla expirují 15. den daného kalendářního měsíce.

**Tabulka č. 43: Specifikace kontraktu sójových bobů**

<b>Contract Unit</b>	5,000 bushels (~136 metric tons)
<b>Price Quotation</b>	Cents per bushel
<b>Trading Hours</b>	Sunday – Friday, 7:00 p.m. – 7:45 a.m. CT and Monday – Friday, 8:30 a.m. – 1:20 p.m. CT
<b>Minimum Price Fluctuation</b>	1/4 of one cent per bushel (\$12.50 per contract)
<b>Product Code</b>	CME Globex: ZS CME ClearPort: S Clearing: S TAS: SBT
<b>Listed Contracts</b>	January (F), March (H), May (K), July (N), August (Q), September (U) & November (X)
<b>Settlement Method</b>	Deliverable
<b>Termination Of Trading</b>	The business day prior to the 15th calendar day of the contract month.
<b>Settlement Procedures</b>	Soybean Settlement Procedures
<b>Position Limits</b>	CBOT Position Limits
<b>Exchange Rulebook</b>	CBOT 11
<b>Price Limit Or Circuit</b>	Price Limits
<b>Vendor Codes</b>	Quote Vendor Symbols Listing
<b>Last Delivery Date</b>	Second business day following the last trading day of the delivery month.
<b>Grade And Quality</b>	#2 Yellow at contract price, #1 Yellow at a 6 cent/bushel premium, #3 Yellow at a 6 cent/bushel discount

Zdroj: CME, 2015

Pro přepočítání na metrický systém je tedy možno užít následujících vztahů:

**Tabulka č. 44: Vztahy pro převod na metrický systém**

Kontrakt 5000 bušlů	cca 136 tun
Cena kontraktu	kontrakt * 50 USD
Přepočítání na tunu	1t = 36,76 bušlů
Přepočítání na bušl	1 bušl = 0,0272 t

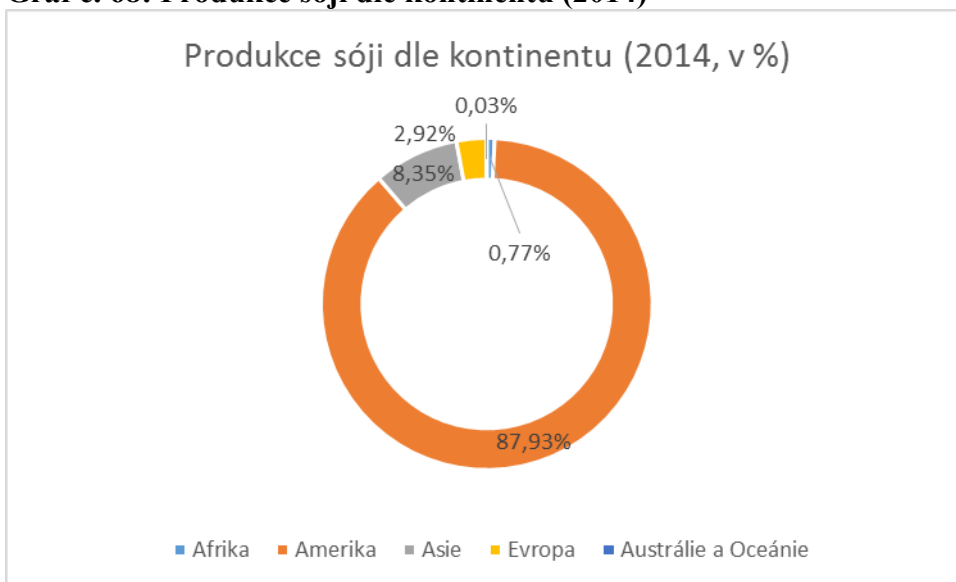
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2015

### 4.3.1 Fundamentální analýza trhu sójových bobů

#### 4.3.1.1 Produkce

Světová produkce sóji se odehrává především na americkém kontinentu. Severní část zastoupená Spojenými státy se podílela na světové produkci 34 – 38 % (v závislosti na zdroji dat USDA a FAOSTAT, 2015). Následuje Asie, kde nejvýznamnějšími producenty jsou Čína a Indie s podílem dle FAOSTATu 8,35 % na světové produkci. Následuje Evropa s necelým 3% podílem a Afrika a Austrálie a Oceánie s podílem pod 1 %.

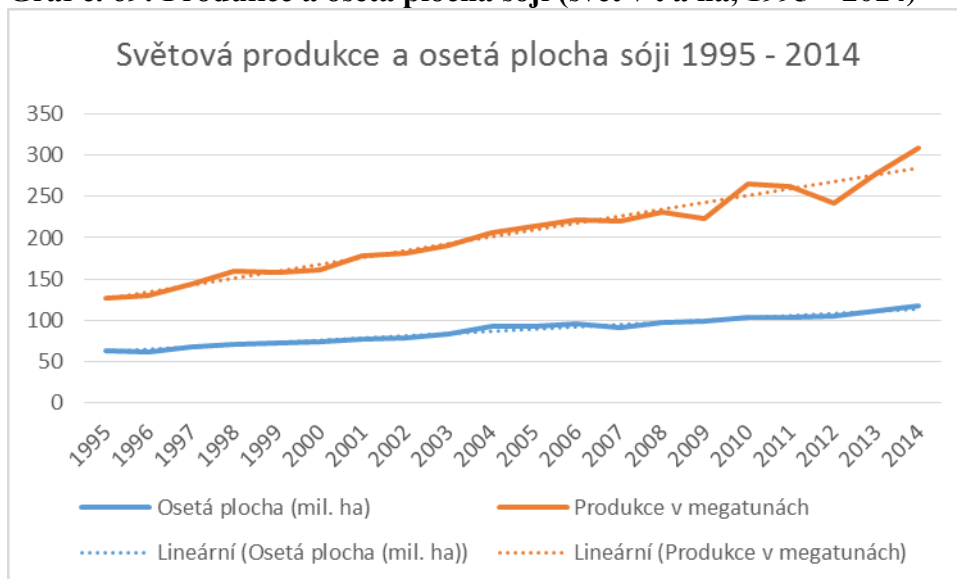
**Graf č. 68: Produkce sóji dle kontinentu (2014)**



Zdroj: FAOSTAT, 2015

Sójové boby jsou komoditou s vysokou hodnotou jak z hlediska výživy, tak technického užití, a očekává se další růst poptávky po této komoditě (mimo jiné spojený s podporou a využitím biopaliv). Graf č. 69 ilustruje rostoucí roční produkci a zároveň osetou plochu.

**Graf č. 69: Produkce a osetá plocha sóji (svět v t a ha, 1995 – 2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Je patrné, že obě sledované hodnoty mají rostoucí tendenci. Plocha užitá k pěstování sójových bobů nezaznamenala takové výkyvy v průběhu sledovaného období jako plocha pšenice. Jedná se o téměř lineární trend, který může být vyjádřen funkcemi uvedenými níže, kde  $x$  je časovou proměnnou.

Produkce:

$$y = 117,16 + 8,3771x$$

$$R^2 = 0,9567$$

**Tabulka č. 45: Charakteristika “produkce”**

Sř. hodnota	205,1192073	Šikmost	0,237199492
Chyba sř. hodnoty	11,3299191	Minimum	126,950335
Medián	210,042624	Maximum	308,436056
Směr. odchylka	50,66893855	Součet	4102,384145
Rozptyl výběru	2567,341334	Počet	20
Špičatost	-0,647191241		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Plocha

$$y = 58,465 + 2,7849x$$

$$R^2 = 0,9776$$

**Tabulka č. 46: Charakteristika "oseť plocha"**

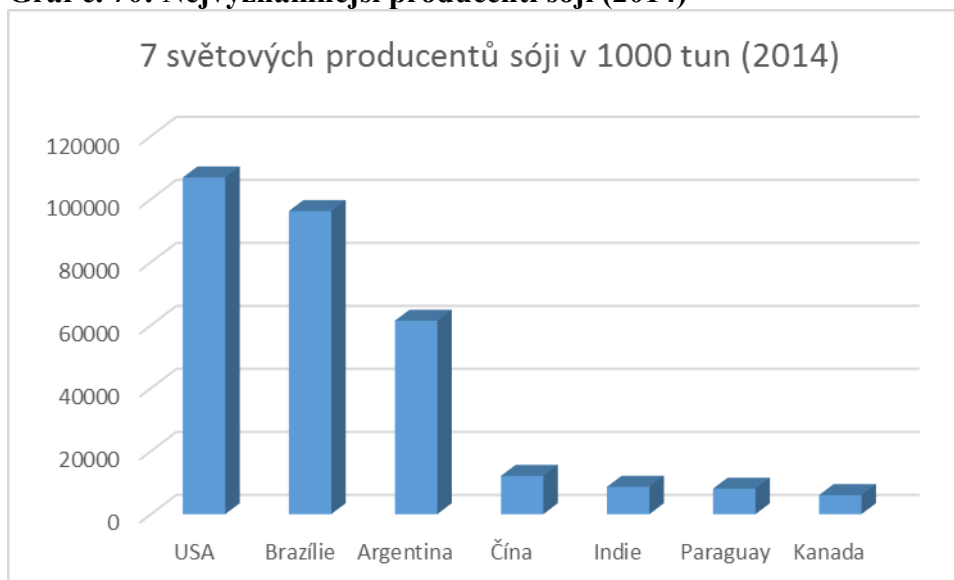
Stř. hodnota	87,706222	Šikmost	8,74991E-05
Chyba stř. hodnoty	3,726148439	Minimum	61,094352
Medián	90,882646	Maximum	117,718624
Směr. odchylka	16,66384241	Součet	1754,12444
Rozptyl výběru	277,6836438	Počet	20
Špičatost	-1,042879201		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Z užitých funkcí rovněž vyplývá, že celosvětová produkce má dynamičtější vývoj v porovnání s osetou plochou. Tento fakt tedy naznačuje, že se zvětšují výnosy produkce na hektar. Vývoj výnosu pro jednotlivé významné producenty je popsán níže.

Mezi největší producenty patří dle USDA (2015) USA, Brazílie, Argentina, Čína, Indie Paraguay a Kanada. Graf č. 70 ilustruje úhm jejich celkové produkce za rok 2014.

**Graf č. 70: Nejvýznamnější producenti sóji (2014)**



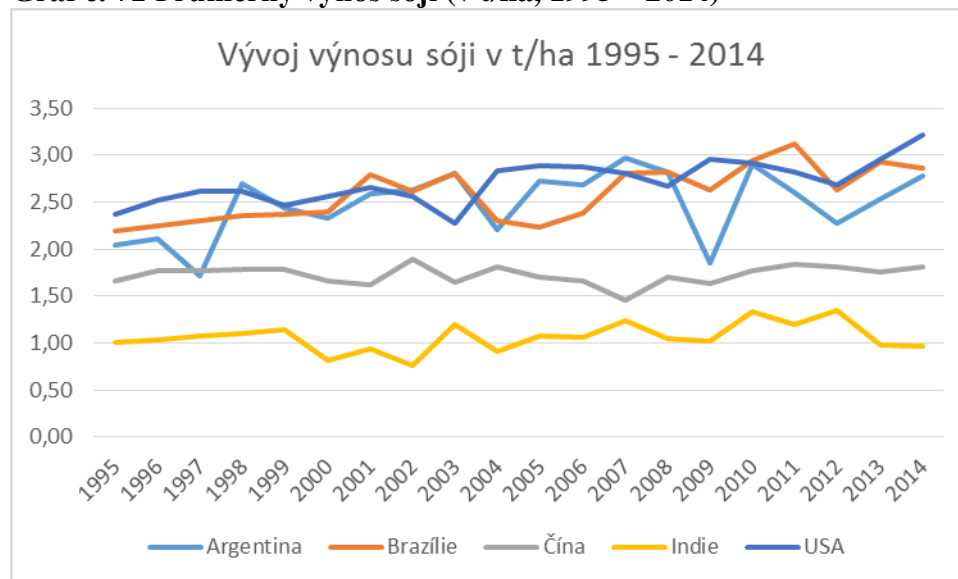
Zdroj: USDA, 2015

Je patrné, že mezi třemi největšími producenty (USA, Brazílie a Argentina) a zbytkem sledovaných států je podstatný rozdíl. Ve sledovaném roce se USA podílely na světové produkci sójových bobů 33,35 %, Brazílie 30 % a Argentina 19,16 %. Jejich společná produkce tedy pokryla téměř 85 % celkové světové produkce v daném roce. Čína, Indie, Paraguay a Kanady se pak na produkci podílely od 3,79 do 1,89 %. V součtu pak 10,92 %. Na rozdíl od výše analyzovaných komodit, je zde uvedeno pouze 7 namísto 10 největších producentů. Je tomu právě proto, že těchto sedm producentů pokrylo v roce 2014 téměř 95 % světové produkce. Graf ilustrující procentuální podíly sledovaných států na světové produkci je uveden v přílohách této práce.

#### 4.3.1.2 Výnos na hektar

Předpoklad rostoucích výnosů byl již uveden výše. Graf. č. 71 pak ilustruje vývoj průměrného výnosu sójových bobů v tunách na hektar v letech 1995 – 2014 pro pět největších světových producentů, tedy USA, Brazílii, Argentinu, Čínu a Indii. A dokládá růstový trend sledované veličiny.

**Graf č. 71 Průměrný výnos sóji (v t/ha, 1995 – 2014)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

Ten byl pak shrnut tabulkou č. 47, která porovnává změnu průměru pro dvě sledovaná desetiletí. Z tabulky je zřejmé, že největších výnosů dosahovaly Spojené státy americké následované Brazílií a Argentinou. V tomto případě ale rozdíly ve výnosu nejsou tolik významné jako u

předchozích sledovaných komodit. Patrný je nepoměr mezi výnosem dosahovaným v Asii a na americkém kontinentu. Spojeným státům se podařil největší progres v oblasti průměrného výnosu za sledované období. Naopak Čína zaznamenala pokles hodnot pro tuto veličinu.

**Tabulka č. 47: Vývoj průměrných výnosů (1995 – 2014)**

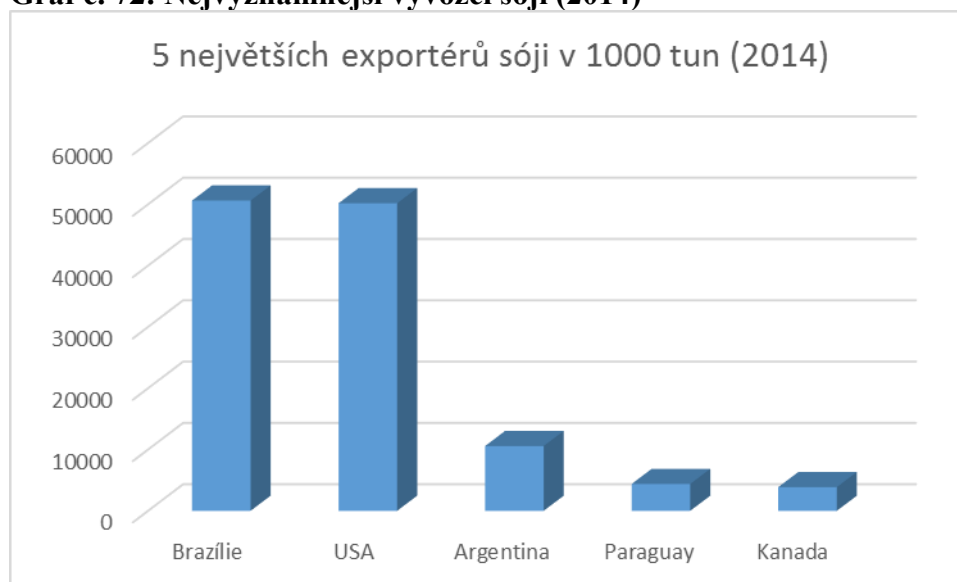
	Argentina	Brazílie	Čína	Indie	USA	Svět
Průměr 1995 - 2014	2,49	2,59	1,73	1,06	2,72	2,32
Průměr 1995 - 2004	2,36	2,44	1,74	1,00	2,55	2,21
Průměr 2005 - 2014	2,62	2,74	1,72	1,13	2,88	2,42
Změna v %	10,98	12,27	-1,49	12,82	13,02	9,75
Změna absolutní t/ha	0,26	0,30	-0,03	0,13	0,33	0,22

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat FAOSTAT, 2015

#### 4.3.1.3 Export

Graf č. 72 zachycuje pořadí pěti největších světových exportérů za rok 2014. Největšími exportéry ve sledovaném roce byly Brazílie a Spojené státy s podobnou úrovní exportu a podílem na celkovém světovém exportu v daném roce (40,21 a 39,85 %). Tito dva významní producenti a exportéři tak pokrývají 80 % světového exportu sójových bobů. Následuje Argentina s podílem 8,4 % na světovém exportu v roce 2014, Paraguay a Kanada s podíly ve výši 3,48 a 3,06 procenta.

**Graf č. 72: Nejvýznamnější vývozci sóji (2014)**



Zdroj: USDA, 2015

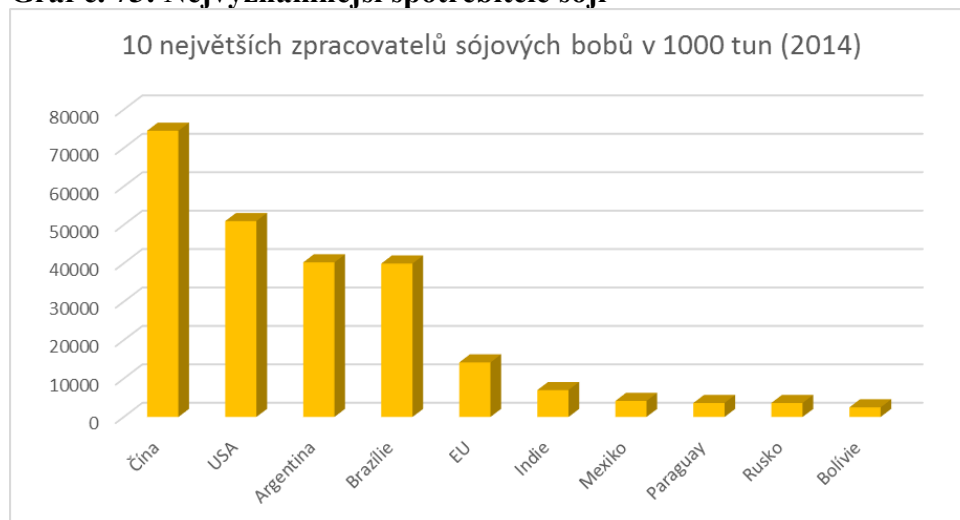
Ve výběru pak chybí Čína a Indie, coby významní producenti. Světový export je z 95 % pokryt producenty z amerického kontinentu. Čína je pak jedním z největších spotřebitelů a importérů sóji.

## 4.3.2 Poptávka

### 4.3.2.1 Zpracovatelé a spotřebitelé

Největší zpracovatelé a spotřebitelé jsou zachyceni v přehledu v grafu č. 73. Největším spotřebitelem za sledované období je Čína, která v roce 2014 zpracovala více jak 70 milionů tun sójových bobů, což odpovídá 28,35 % spotřeby v daném roce. Následují Spojené státy (19,43 % světové spotřeby), Argentina a Brazílie (15,33, resp. 15,22 %).

**Graf č. 73: Nejvýznamnější spotřebitelé sóji**



Zdroj: USDA, 2015

Výběr pokračuje Evropskou unií, Indií, Mexikem, Paraguayí, Ruskem a Bolívií s postupně klesajícím podílem od 5,41 do 0,95 procent světové spotřeby. Vzhledem k výše uvedeným hodnotám produkce v jednotlivých státech je zřejmé, že Čína se neobejde bez dovozů.

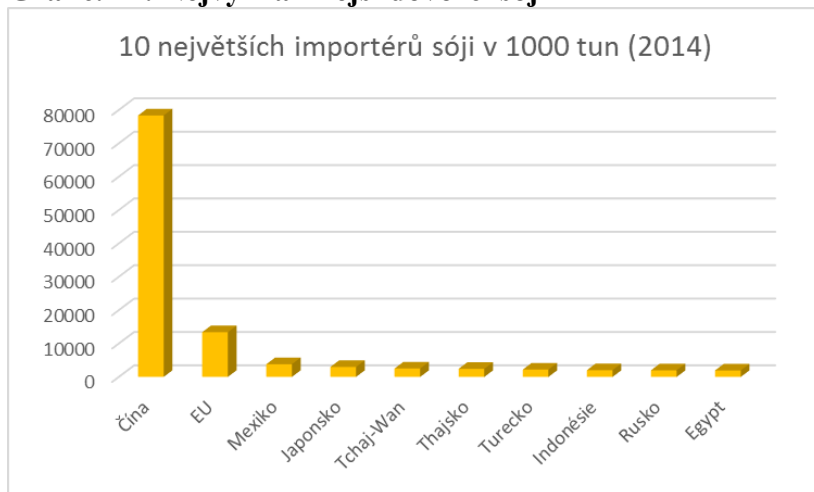
### 4.3.2.2 Import

Deset největších dovozců sójových bobů v roce 2014 je zachyceno grafem č. 74. Zde je největším dovozcem Čína s hodnotou přesahující 78 milionů tun dovezené sóji ve sledovaném roce, čímž se podílela na celosvětovém importu 64,15 %. Následuje Evropská unie, kde ale dovozy byly významně nižší (13 milionů tun) s podílem 10,96 %. Další o třídu nižšími dovozci



byly Mexiko, asijské země – Japonsko, Tchaj-Wan, Thajsko, Turecko, Indonésie a Rusko. Výběr uzavírá Egypt. Tyto státy měly podíl na improtu od 3,9 do 1,59 %.

**Graf č. 74: Nejvýznamnější dovozci sóji**

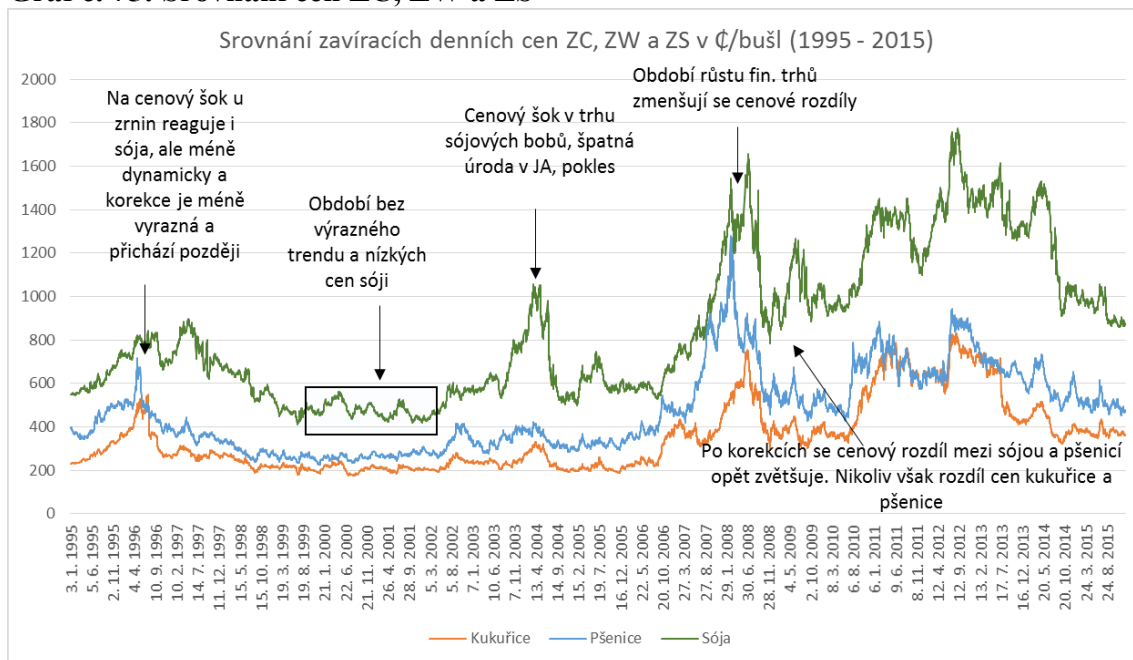


Zdroj: USDA, 2015

### 4.3.3 Analýza cenového vývoje

Vývoj zavíracích denních cen během sledovaného období let 1995 až 2015 je zachycen na grafu č. 75. Zde jsou také hodnoty srovnány s cenami kukuřice a pšenice. Pro toto srovnání bylo nutné časovou řadu upravit, neboť obsahovala o 4 pozorování navíc oproti dvěma předešlým časovým řadám. Jednalo se o dny 23., 24. a 25. 7. 1996, a pak o 24. 12. 2001. Tyto hodnoty byly odstraněny z níže uvedeného výběru tak, aby srovnání časových řad v čase souhlasilo.

**Graf č. 75: Srovnání cen ZC, ZW a ZS**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Z výše uvedeného grafu je patrná provázanost cenového vývoje všech sledovaných komodit. Také je zřejmé, že kontrakt sójových bobů je ze sledovaných futures tím nejdražším. Z vizuální analýzy grafu vychází futures sójových bobů jako nejvolatilnější. To je ale i částečně způsobeno měřítkem grafu. Ukazatelům volatility bude věnována pozornost níže. Zajímavá je také reakce trhu na začátky a změny trendů. Při analýze trhu pšenice vyplynulo, že ta často svým vývojem předchází událostem v trhu kukuřice, a to samé platí i pro trh sójových bobů, které mají tendenci sice k utváření výraznějších trendů, ale korekce přichází se zpožděním. To je konkrétně patrné v letech 1996, 2008, 2011 a 2013.

Ačkoliv má kontrakt sójových bobů vyšší cenovou hodnotu, jeho cena se v průběhu sledovaného období několikrát téměř přiblížila cenám pšenice. Konkrétně v roce 1996, kdy zrniny reagovaly na cenový šok a neúrodu v Jižní Americe citlivěji (i následná korekce byla více dynamická), a pak v roce 2008 kdy se na několik týdnů sešly korekce v trhu sóji a vrcholící býčí trend v trhu pšenice. V roce 2009 se cenový rozdíl mezi těmito komoditami opět rozšiřuje. Zajímavý je také cenový vývoj v druhé polovině roku 2003, kdy dochází k výraznému vzrůstu cen (u zrnin bylo toto období hodnoceno jako „chop market“) sójových bobů. K tomuto

cenovému nárůstu přispěly špatné vyhlídky na sklizeň v Jižní Americe, rostoucí poptávka po sóje v USA i pokles zásob mezi lety 2003 a 2004, viz graf č. 76 hodnotící stock to use ratio. Zároveň by se mohlo zdát, že sója během sledovaného období překonala několikrát svá historická cenová maxima. Konkrétně v letech 1997 hranici 900 USD za 10 bušlů sójových bobů, 1060 v roce 2004. Poté v roce 2008, kdy cena narazila na rezistence pod hranicí 1600 USD/100 bušlů, ale tato hranice byla následně překonána zhruba o 4 měsíce později (v srpnu téhož roku) a přesahuje hodnotu 1650 USD/100 bušlů. V druhé polovině roku 2012 pak cena končí pod hranicí rezistence 1800 USD/100 bušlů. Nicméně sója na rozdíl od pšenice a kukuřice zaznamenala poměrně volatilní cenový vývoj na počátku sedmdesátých let 20. století, kdy ceny testovaly hranici rezistence okolo hodnoty 1300 USD/100 bušlů, a tak historická maxima jsou v tomto případě překonávána až v roce 2008 a následně pak 2012.

**Tabulka č. 48: Charakteristika cen sóji**

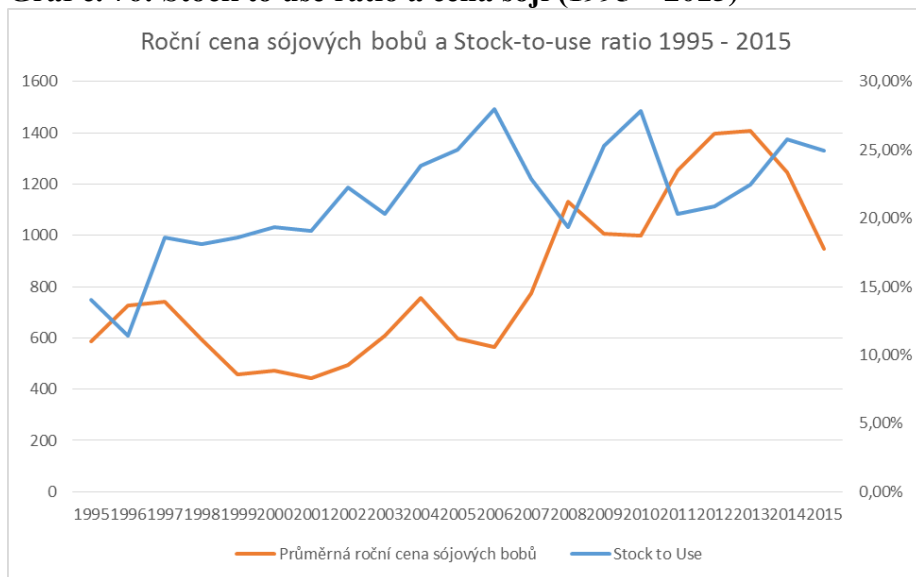
Stř. hodnota	849,278193	Špičatost	-0,735875618
Chyba stř. hodnoty	4,624362393	Šikmost	0,677789114
Medián	748,75	Minimum	410
Modus	574	Maximum	1775
Směr. odchylka	336,1819226	Součet	4488435,25
Rozptyl výběru	113018,2851	Počet	5285

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

#### 4.3.3.1 Stock-to-use ratio

Podíl zásob a světové spotřeby je vyjádřen grafem č. 76, ten rovněž zachycuje cenový vývoj sóji skrze její roční průměrné ceny. Světové zásoby sójových bobů dosahují v porovnání s kukuřicí a pšenicí relativně vysokých hodnot od 1998. O roku 2002 pak tento ukazatel neklesne pod hodnotu 20 %.

**Graf č. 76: Stock to use ratio a cena sóji (1995 – 2015)**

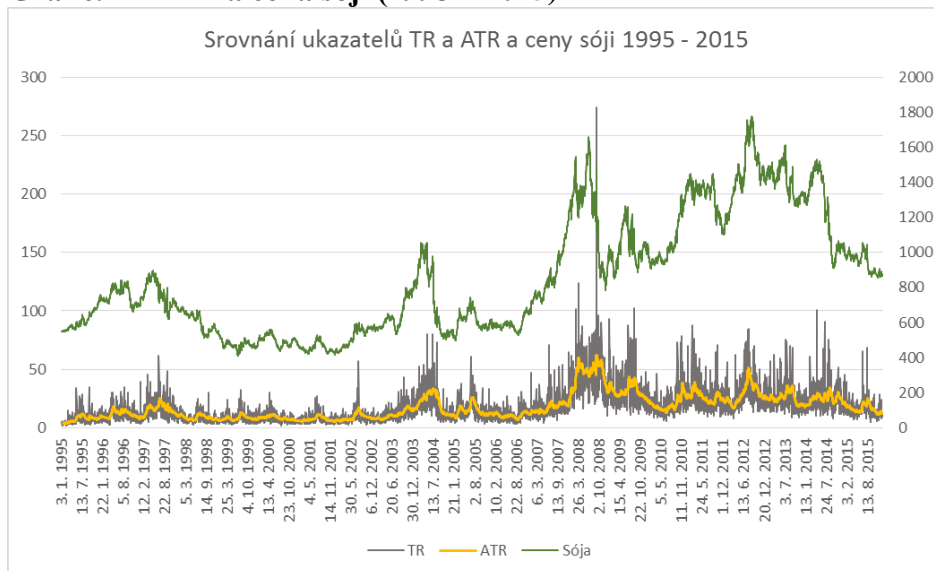


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat USDA a farmdoc, 2016

#### 4.3.4 Volatilita

K postihnutí volatility bylo opětovně nejprve užito ukazatele Average True Range. Ten je založen na hodnotách ukazatele True Range a dobře reaguje na cenový vývoj. Dle ATR byl trh volatilní v letech 1997, 2004 a pak od roku 2008 dále, kdy hladina volatility v trhu vzrostla. V období 2008 – 2015, pak byly ty méně volatilní roky 2011, 2014 a 2015.

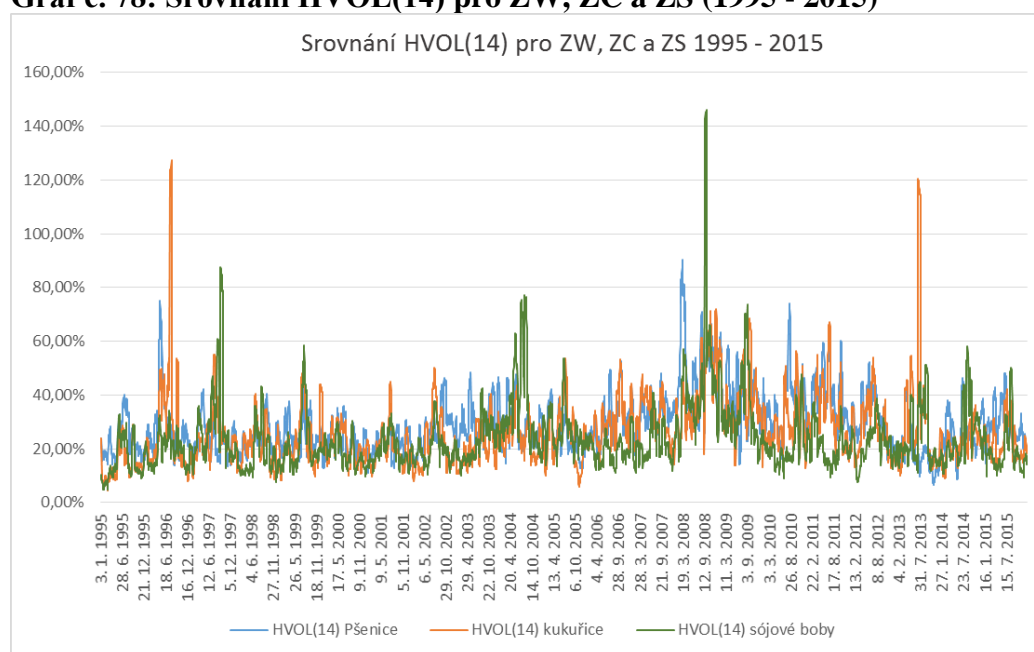
**Graf č. 77 ATR a cena sóji (1995 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Jak již bylo uvedeno, ATR je dobrým indikátorem pro individuální trhy, ale je obtížné jej užít ke srovnání trhů dle volatility. Za tímto účelem byly počítány hodnoty ukazatele HVOL(14). Jejich vývoj během sledovaného období a srovnání sledovaných komodit jsou zachyceny v grafu č. 77. Vzhledem k tomu, že se jedná o relativně dlouhé časové řady, bylo nutné rozdělit toto období do čtyř pětiletých period tak, aby bylo možné ohodnotit rozdíly v pozorovaných hodnotách.

**Graf č. 78: Srovnání HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (1995 - 2015)**

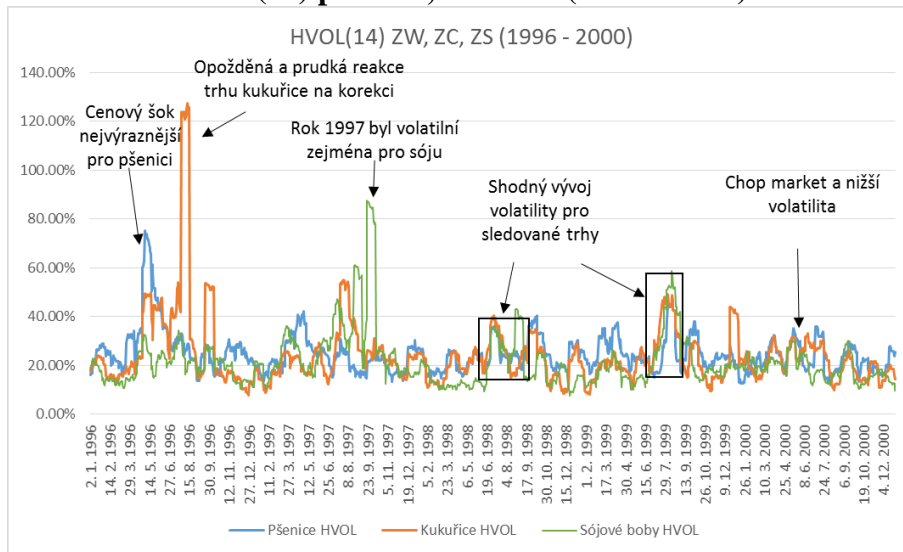


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Z grafu č. 78 vyplývá, že hodnoty volatility kukuřice mají tendenci k vyšším krátkodobým výkyvům, podobně pak hodnoty pro futures sójových bobů.

Rozdělení na čtyři pětiletá období pomohlo lépe identifikovat odchylky pro ukazatel HVOL(14). Ty de facto odpovídají rozdílům v cenovém vývoji, jehož fundamenty byly popsány výše. Období zachycené na grafu č. 78 je možné rozdělit na dvě části. Na část mapující začátek sledovaného období do roku 1998, které je ve znamení vysoké volatility spojené s cenovým šokem u zrnin, a následnou korekcí v trhu.

**Graf č. 79: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (1996 – 2000)**

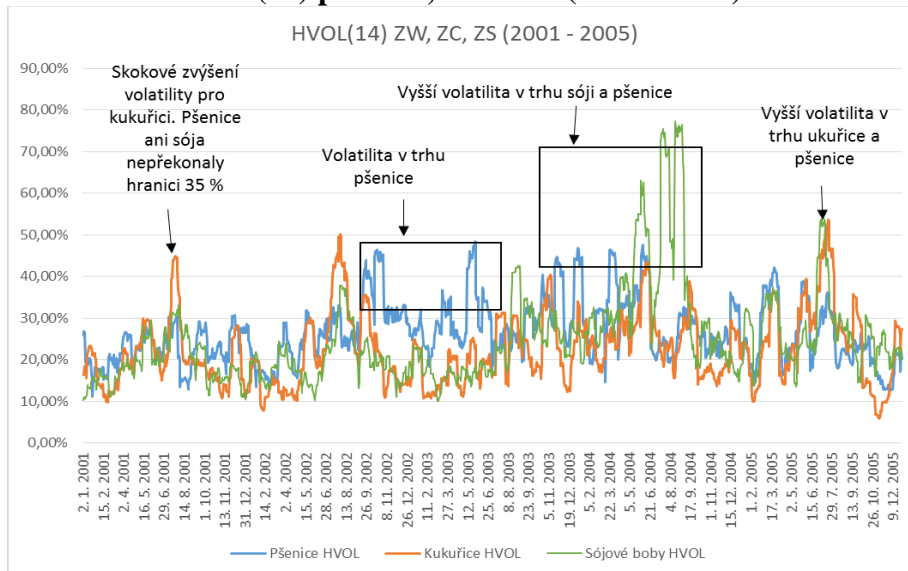


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Zbytek sledovaného období, tzn. od roku 1998 nejsou patrné tak výrazné výkyvy v hodnotách ukazatele HVOL(14). Dá se tedy konstatovat, že dochází k uklidnění situace na sledovaných komoditních trzích.

Graf č. 80 zachycuje navazující období let 2001 – 2005, kdy po období relativního klidu volatility v letech 2002 zejména pak 2003 a 2004 opět vzrostla. Nicméně výkyvy nedosahují takový hodnot jako v letech 1996 – 1997.

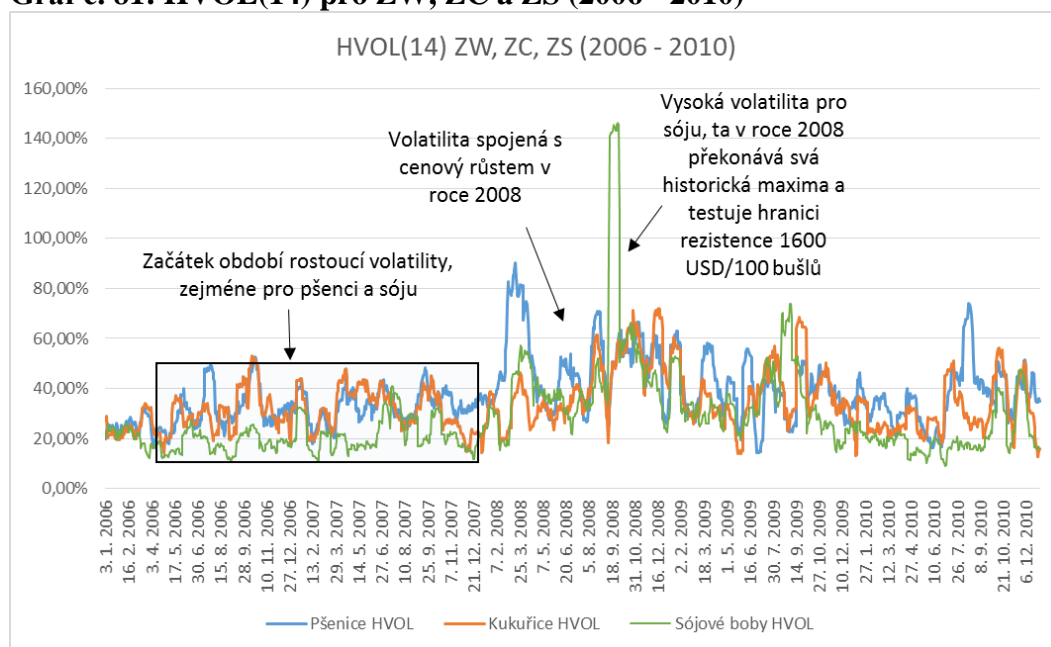
**Graf č. 80: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (2001 - 2005)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Období let 2006 až 2010 zachycené v grafu č. 81 je charakteristické vyšší volatilitou spojenou s růstem trhů v letech 2006 až 2008 a následnou korekcí. V počátku období volatilita mírně roste, ale není příliš výrazná, osciluje okolo hranice 40 %. Mezi lety 2008 a 2009 je pak ve většině sledovaných případů nad touto hranicí.

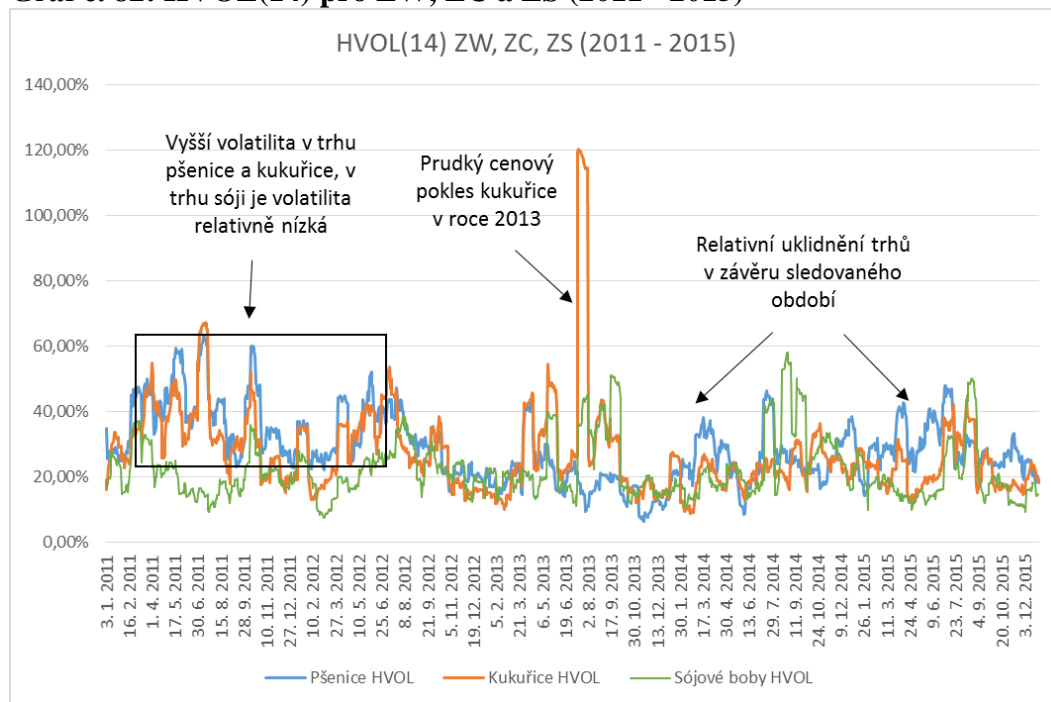
**Graf č. 81: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (2006 - 2010)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Závěr sledovaného období – roky 2011 až 2015 je opět možno rozdělit na dvě části. Na začátek sledovaného období spojený s růstem trhů a následnou korekcí, tedy na období, kdy je volatilita vyšší, a pak na období, kdy dochází k uklidnění trhů a volatilita jen místy překonává hranici 40 %. Zde ale za pozornost stojí skokové zvýšení volatility v roce 2013, které je spojeno s prudkým cenovým poklesem, kdy trh kukuřice se zpožděním reagoval na korekci v trhu pšenice.

**Graf č. 82: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (2011 - 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Pro každé sledované období byly počítány průměrné hodnoty ukazatele HVOL(14) pro jednotlivé komodity. Na základě výsledků shrnutých v tabulce č. 49 je možné konstatovat, že ve všech sledovaných případech (tzn. období 1996 – 2000, 2001 – 2005, 2006 – 2010 a 2011 – 2015) byl nejvolatilnějším trhem trh pšenice. Následuje kukuřice s výjimkou v období 2001 – 2005, kdy výrazně vzrostl trh sóji. Trh s futures sójových bobů pak vykazoval nejnižší volatilitu ze sledovaných komoditních trhů.

**Tabulka č. 49: Srovnání HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (1996 – 2015)**

Období	Průměr HVOL(14) pšenice	Průměr HVOL(14) kukuřice	Průměr HVOL(14) sójové boby
1996 - 2000	24,79%	24,15%	21,58%
2001 - 2005	26,61%	22,35%	24,68%
2006 - 2010	37,65%	33,95%	28,21%
2011 - 2015	28,89%	27,32%	22,28%

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016



#### 4.3.4.1 Modelování volatility

Stejně jako v předchozích případech byl jako první odhadnut model OLS. Data (časová řada ceny sójových bobů v letech 2005 – 2015) musela být upravena, protože nebyla stacionární. Jako optimální se ukázaly první diference.

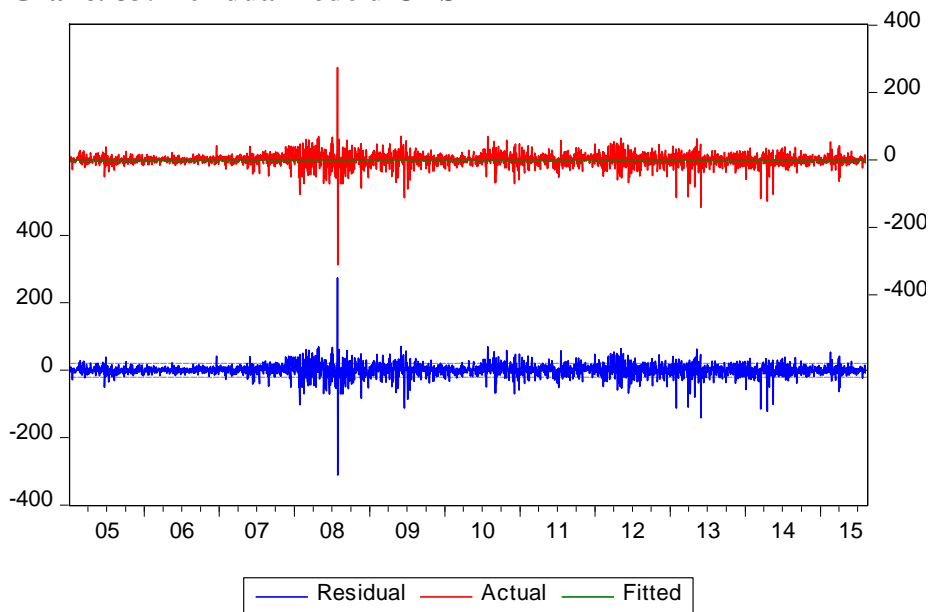
**Tabulka č. 50: OLS model sójových bobů**

Koeficient	Směr. chyba	t-podíl	p-hodnota
<b>0,120578</b>	<b>0,391629</b>	<b>0,307887</b>	<b>0,7582</b>
Střední hodnota závisle proměnné	0,120578	Sm. odchylka závisle proměnné	20,61175
Součet čtverců reziduí	1176394	Sm. chyba regrese	20,61175
Koeficient determinace	0	Adjustovaný koeficient determinace	0
Logaritmus věrohodnosti	-12311,6	Akaikovo kritérium	8,889961
Schwarzovo kritérium	8,8921	Hannan-Quinnovo kritérium	8,890733
Durbin-Watsonova statistika	2,044698		

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

#### Rezidua

**Graf č. 83: Rezidua modelu OLS**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

## ARCH LM

**Tabulka č. 51: ARCH LM test**

F-statistika	3,291675	Prav. F(1,2768)	0,0373
Obs*R-squared	6,574844	Prav. Chí-kvadrát	0,0374

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	t-podíl	p-hodnota
<b>C</b>	0,0000211	0,391305	0,0000539	1
<b>RESID(-1)</b>	-0,02335	0,018993	-1,229402	0,219
<b>RESID(-2)</b>	-0,043286	0,018993	-2,279021	0,0227
Koeficient determinace	0,002374	Střední hodnota závisle proměnné		-1,3E-14
Adjustovaný koeficient determinace	0,001653	Sm. odchylka závisle proměnné		20,61175
Sm. chyba regrese	20,59471	Akaikovo kritérium		8,889028
Součet čtverců reziduí	1,17E+06	Schwarzovo kritérium		8,895447
Logaritmus věrohodnosti	-12308,3	Hannan-Quinnovo kritérium		8,891346
F-statistika	3,291675	Durbin-Watsonova statistika		1,997571
Pravděbodonost (F-stat.)	0,037337			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

## ARCH

Dále bylo přistoupeno k odhadu ARCH(1) modelu. Ten je založen na následující funkci.

$$GARCH = C(2) + C(3)*RESID(-1)^2$$

**Tabulka č. 52: ARCH(1) model**

Proměnná	Koeficient	Směr, Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	0,401464	0,292338	1,373288	0,1697
C	234,2892	4,382537	53,45971	0
RESID(-1)^2	0,491266	0,015238	32,23865	0
Koeficient determinace	-0,000186	Střední hodnota závisle proměnné		0,120578
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000186	Sm. odchylka závisle proměnné		20,61175
Sm. chyba regrese	20,61366	Akaikovo kritérium		8,6637
Součet čtverců reziduí	1176612	Schwarzovo kritérium		8,670119
Logaritmus věrohodnosti	-11996,23	Hannan-Quinnovo kritérium		8,666019
Durbin-Watsonova statistika	2,044318			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

**GARCH(1,1)**

Následoval odhad modelu GARCH(1,1).

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3)*\text{RESID}(-1)^2 + C(4)*\text{GARCH}(-1)$$

**Tabulka č. 53: GARCH(1,1) model**

Proměnná	Koeficient	Směr, Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	0,33348	0,228871	1,457066	0,1451
C	1,574455	0,365657	4,305826	0
RESID(-1)^2	0,097801	0,007429	13,16413	0
GARCH(-1)	0,908103	0,006694	135,6689	0
Koeficient determinace	-0,000107	Střední hodnota závisle proměnné		0,120578
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000107	Sm. odchylka závisle proměnné		20,61175
Sm. chyba regrese	20,61285	Akaikovo kritérium		8,449759
Součet čtverců reziduí	1176519	Schwarzovo kritérium		8,458318
Logaritmus věrohodnosti	-11698,92	Hannan-Quinnovo kritérium		8,45285
Durbin-Watsonova statistika	2,044479			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

## TARCH

Dalším uvažovaným modelem byl model TARCH. Ten byl uvažován ve formě:

$$\text{GARCH} = C(2) + C(3) * \text{RESID}(-1)^2 + C(4) * \text{RESID}(-1)^2 * (\text{RESID}(-1) < 0) + C(5) * \text{GARCH}(-1)$$

A jeho vlastnosti jsou shrnuty v tabulce č. 54.

**Tabulka č. 54: TARCH model**

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	0,587976	0,244658	2,403254	0,0162
C	1,014163	0,293627	3,453914	0,0006
RESID(-1)^2	0,127047	0,011011	11,53801	0
RESID(-1)^2*(RESID(-1)<0)	-0,072451	0,009044	-8,010758	0
GARCH(-1)	0,918775	0,006432	142,8533	0
Koeficient determinace	-0,000514	Střední hodnota závisle		0,120578
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000514	Sm. odchylka závisle proměnné		20,61175
Sm. chyba regrese	20,61705	Akaikovo kritérium		8,440911
Součet čtverců reziduí	1176999	Schwarzovo kritérium		8,451609
Logaritmus věrohodnosti	-11685,66	Hannan-Quinnovo kritérium		8,444774
Durbin-Watsonova statistika	2,043646			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

## EGARCH

Shodně s předchozími případy, posledním testovaným byl model EGARCH ve formě:

$$\text{LOG}(\text{GARCH}) = C(2) + C(3) * \text{ABS}(\text{RESID}(-1)) / @\text{SQRT}(\text{GARCH}(-1)) + C(4) * \text{LOG}(\text{GARCH}(-1))$$

Jeho charakteristika a odhadnuté parametry shrnuje tabulka č. 55.

**Tabulka č. 55: EGARCH model**

Proměnná	Koeficient	Směr. Chyba	z-statistika	p-hodnota
C	0,436077	0,218642	1,994474	0,0461
C(2)	-0,109068	0,009911	-11,0044	0
C(3)	0,193746	0,010065	19,24901	0
C(4)	0,994025	0,001436	692,1522	0
Koeficient determinace	-0,000234	Střední hodnota závisle proměnné		0,120578
Adjustovaný koeficient determinace	-0,000234	Sm. odchylka závisle proměnné		20,61175
Sm. chyba regrese	20,61416	Akaikovo kritérium		8,436319
Součet čtverců reziduí	1176669	Schwarzovo kritérium		8,444877
Logaritmus věrohodnosti	-11680,3	Hannan-Quinnovo kritérium		8,43941
Durbin-Watsonova statistika	2,044218			

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

Na základě obdržných výsledků byl shledán jako neoptimálnější model TARCh. Pro ten byla následně provedena verifikace, jejíž výsledky jsou zachyceny v tabulkách č. 56 a 57.

### Verifikace

**Tabulka č. 56: Sériová korelace – čtverce reziduí**

Autokorelace	Parciální korelace		AC	PAC	Q-Stat	Prob*
		1	0,044	0,044	5,279	0,022
		2	-0,007	-0,009	5,4007	0,067
		3	-0,017	-0,016	6,1987	0,102
		4	-0,027	-0,025	8,1531	0,086
		5	0,013	0,015	8,6164	0,125
		6	-0,003	-0,005	8,6393	0,195
		7	-0,01	-0,011	8,9339	0,257
		8	-0,017	-0,016	9,7358	0,284
		9	-0,034	-0,032	12,993	0,163
		10	0,007	0,009	13,117	0,217

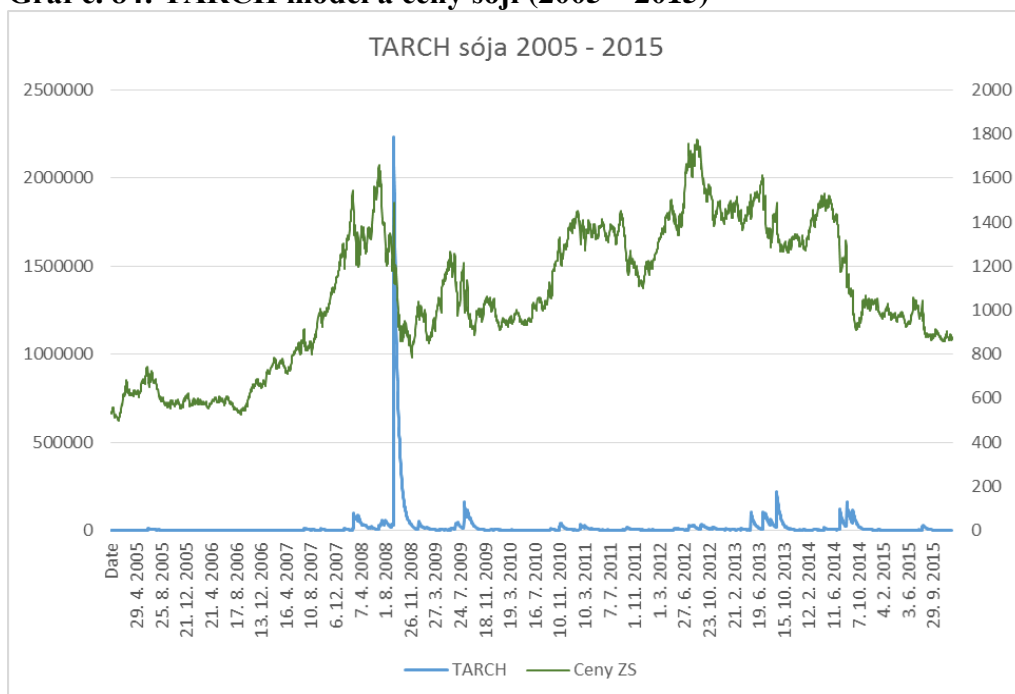
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

**Tabulka č. 57: ARCH LM test**

F-statistika	5,277806	Prav. F(1,2768)	0,0217
Obs*R-squared	5,271566	Prav. Chi-kvadrát	0,0217
<b>Proměnná</b>	<b>Koeficient</b>	<b>Směr. Chyba</b>	<b>t-podíl</b>
C	0,956893	0,051345	18,63665
WGT_RESID^2(-1)	0,043633	0,018993	2,297348
Koeficient determinace	0,001904	Střední hodnota závisle proměnné	
Adjustovaný koeficient determinace	0,001543	Sm. odchylka závisle proměnné	
Sm. chyba regrese	2,509848	Akaikovo kritérium	
Součet čtverců reziduí	17430,27	Schwarzovo kritérium	
Logaritmus věrohodnosti	-6476,136	Hannan-Quinnovo kritérium	
F-statistika	5,277806	Durbin-Watsonova statistika	
Pravděbodonost (F-stat.)	0,021673		

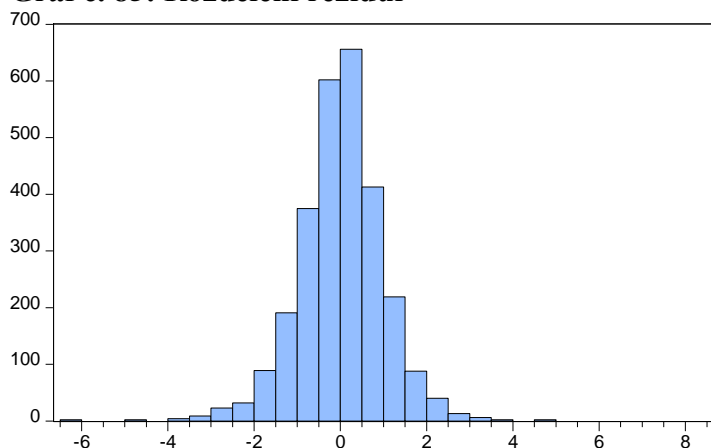
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

**Graf č. 84: TARCh model a ceny sóji (2005 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

**Graf č. 85: Rozdělení reziduí**



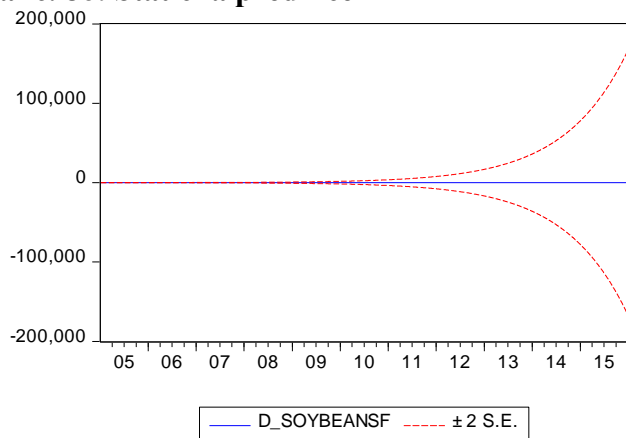
Series: Standardized Residuals  
 Sample 1/04/2005 8/17/2015  
 Observations 2770

Mean 0.011685  
 Median 0.043015  
 Maximum 8.469434  
 Minimum -6.125100  
 Std. Dev. 1.000391  
 Skewness -0.147812  
 Kurtosis 7.305569

Jarque-Bera 2149.672  
 Probability 0.000000

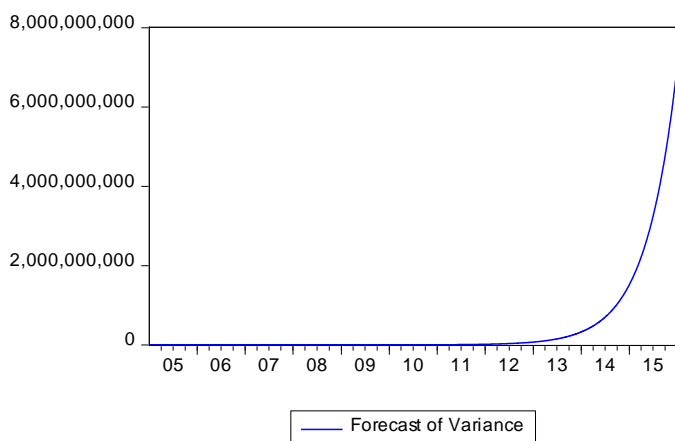
Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

**Graf č. 86: Statická predikce**



Forecast: D\_SOYBEANSF  
 Actual: D\_SOYBEANS  
 Forecasts sample: 1/03/2005 12/31/2015  
 Adjusted sample: 1/04/2005 12/31/2015  
 Included observations: 2770

Root Mean Squared Error 20.60913  
 Mean Absolute Error 13.25697  
 Mean Abs. Percent Error 98.95562  
 Theil Inequality Coefficient 0.984112  
 Bias Proportion 0.000107  
 Variance Proportion NA  
 Covariance Proportion NA

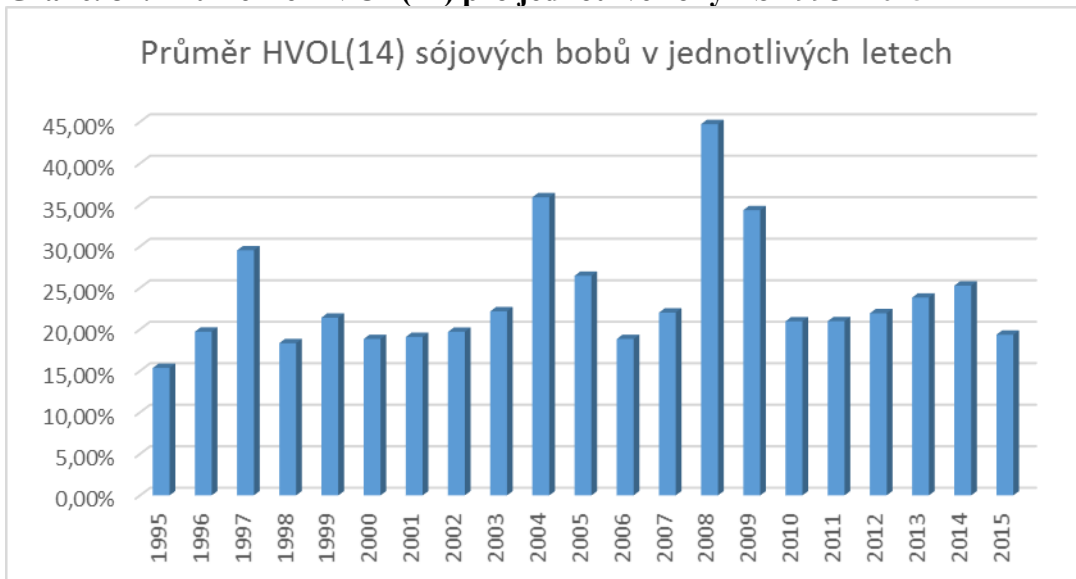


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME ve STATA 13, 2016

#### 4.3.4.2 Volatilita dle období

Metod založených na průměrech ukazatele HVOL(14) a počtu dní zvýšené volatility bylo užito k hodnocení jednotlivých let ve vztahu ke kolísání cen v trhu futures sójových bobů. Průměry HVOL(14) pak identifikují jako nejvolatilnější roky 1997, 2004 a 2008, což odpovídá i vyznění ukazatele ATR.

**Graf č. 87: Průměrné HVOL(14) pro jednotlivé roky ZS 1995 -2015**

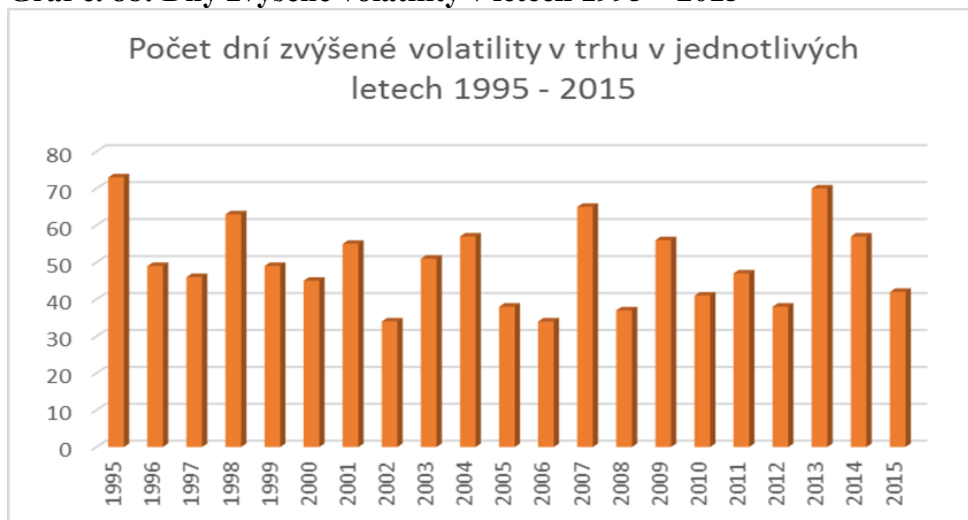


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Je-li ale užito počtu dní, kdy ukazatel HVOL(14) předčí o 25 % svůj roční průměr, výsledky se dosti liší, jak je vidět na grafech č. 87 a 88. Zde jsou jako nejvíce volatilní detekovány roky 1995, 1998, 2007 a 2013. Tento jev je možno vysvětlit konstrukcí metody založené na ročních průměrech. Byla-li tedy v daném roce v trhu vysoká volatilita, rovněž průměry vychází vyšší, a vzhledem k tomu že tato analýza je dělána ex-post, jsou tak de facto tyto hodnoty již v průměru zahrnuty. Nicméně na základě užití této metody je možné v některých případech detekovat změnu trendu jak volatility, tak samotného cenového vývoje, neboť byly označeny roky před začátky vzestupných trendů a zároveň roky po korekcích trhu. Bohužel, jak již bylo uvedeno, tato metoda je ze své podstaty vhodná pouze ke zpětnému hodnocení, a nelze ji tedy užít k analýze ex ante.



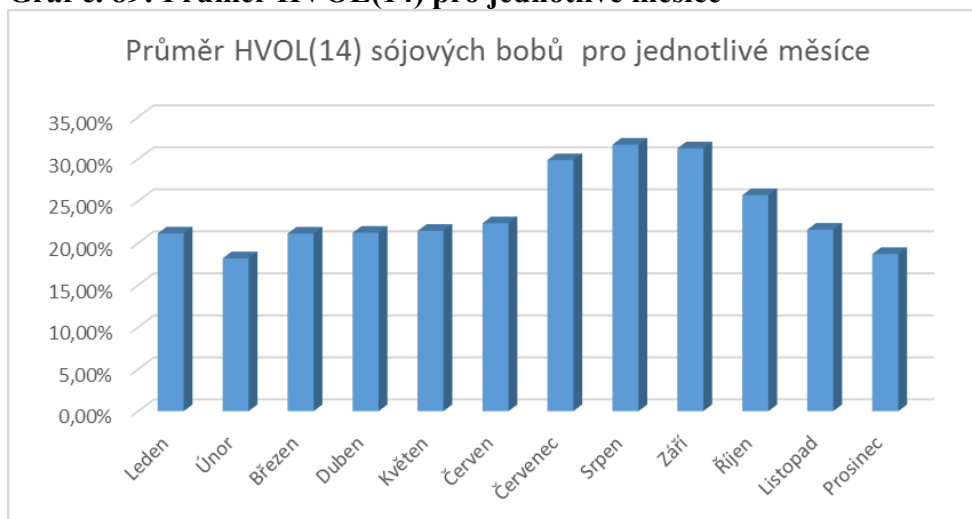
**Graf č. 88: Dny zvýšené volatility v letech 1995 – 2015**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Pro jednotlivé kalendářní měsíce byl počítán průměr hodnot historické volatility s cílem postihnout měsíce, které mají tendenci k větší cenovým výkyvům. Z grafu. č. 89 vyplývá, že takovými měsíci jsou červenec, srpen a září, tedy měsíce po konci sklizně v Jižní Americe a před dobou sklizně sójových bobů v USA a Číně.

**Graf č. 89: Průměr HVOL(14) pro jednotlivé měsíce**

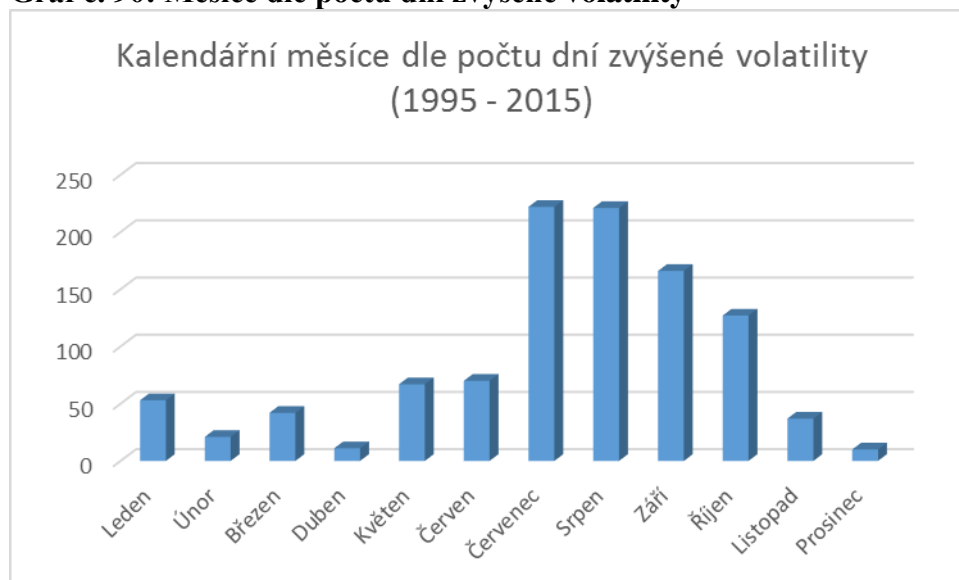


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Zajímavé je srovnání s grafem č. 90, kdy bylo užito metody, která počítá dny zvýšené volatility pro jednotlivé měsíce za období 1995 – 2015. Tato metoda je založena na průměru počtu dní,

kdy ukazatel HVOL(14) překoná svůj průměr pro daný rok o 25 %. Na základě toho srovnání je rovněž možno postihnout coby nejvolatilnější měsíce červenec, srpen a září. Nicméně je možné pozorovat větší rozdíly mezi jednotlivými kalendářními měsíci a jako nejméně volatilní pak lze určit měsíce duben a prosinec. Následuje únor, který byl detekován jako nejméně volatilní za užití předchozí metody.

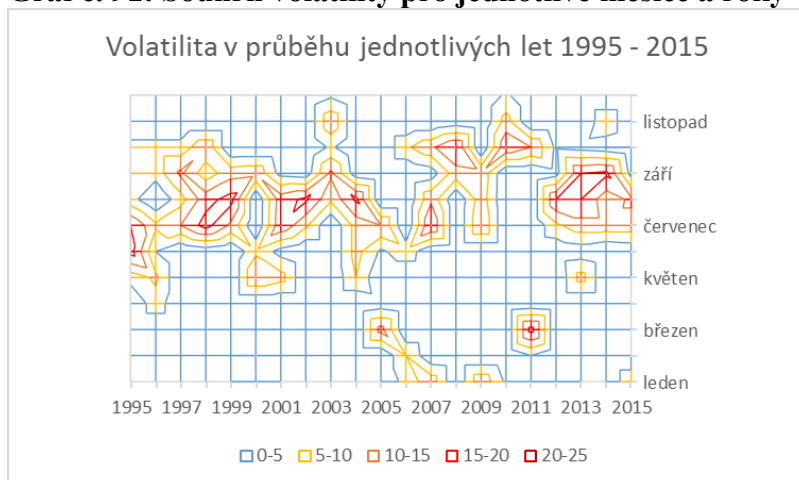
**Graf č. 90: Měsíce dle počtu dní zvýšené volatility**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Volatilita v průběhu sledovaných let rozdělená na kalendářní měsíce je shrnuta v grafu č. 91, zde je patrné, že volatilní je trh zejména ve druhé půli roku od července do října.

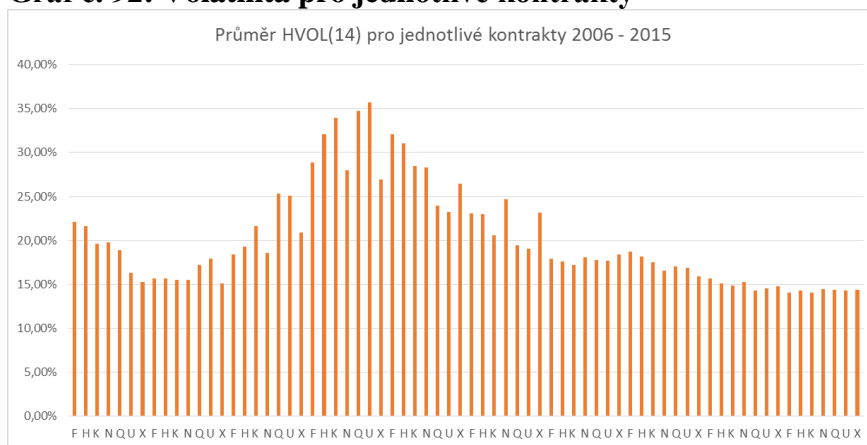
**Graf č. 91: Souhrn volatility pro jednotlivé měsíce a roky**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Dále byly analyzovány jednotlivé kontrakty sójových bobů obchodované na CBOT v letech 2006 – 2015. Futures kontrakty sójových bobů obchodované na CBOT expirují v lednu (F), březnu (H), květnu (K), červenci (N), srpnu (Q), září (U) a listopadu (X). Podstatou bylo postihnout, zda jsou některé z kontraktů více volatilní, a vyhodnotit rovněž jejich likviditu. Podobně jako v předchozích případech, zde průběh volatility nekorespondoval s průběhem pro kalendářní roky. Průměrné hodnoty pro jednotlivé kontrakty v letech 2006 – 2015 je zachycen na grafu č. 92. Zde je opět patrný vliv volatility v jednotlivých letech, zejména pak vysoké hodnoty ukazatele HVOL(14) v období let 2008 a 2009, což činí graf méně přehledným, a je komplikované determinovat charakteristiku pro jednotlivé měsíce.

**Graf č. 92: Volatilita pro jednotlivé kontrakty**

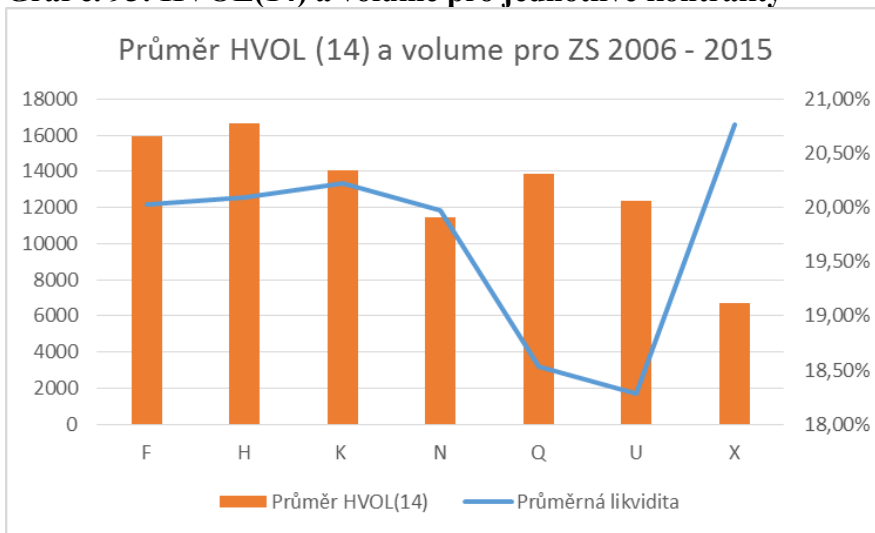


Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Z výše uvedených důvodů pak tedy byly určeny průměry pro jednotlivé měsíce pro sledované období let 2006 – 2015. Výsledky jsou pak shrnuty grafem č. 93.

Jestliže pro kalendářní měsíce platilo, že více volatilní je první polovina roku, tak u kontraktů je stav opačný. Největší tendence k volatilitnímu průběhu mají kontrakty expirující v první polovině roku, tedy kontrakty s expirací v lednu, březnu a květnu. Nejméně volatilním kontraktním měsícem je pak listopad.

**Graf č. 93: HVOL(14) a volume pro jednotlivé kontrakty**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

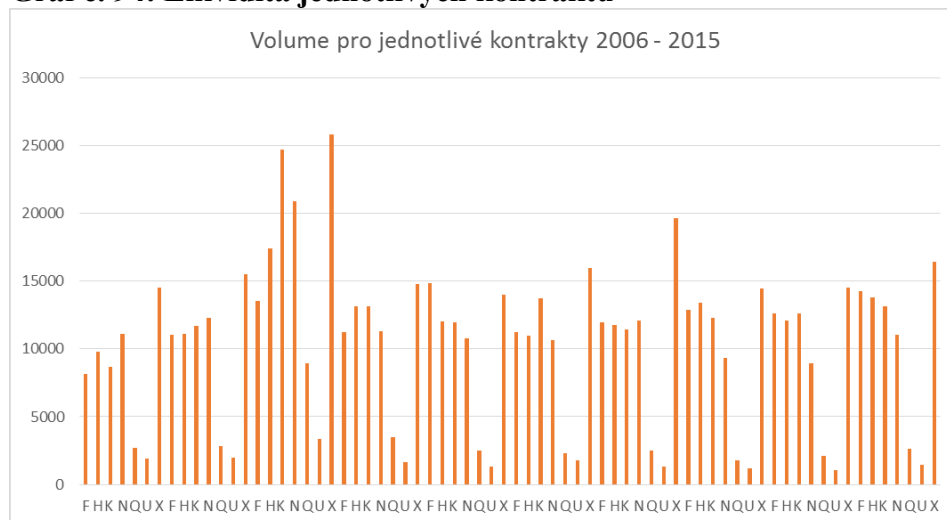
### 4.3.5 Likvidita

Co se týká likvidity, tak je shrnuta pro jednotlivé kontrakty rovněž na grafu č. 94, a je vidět, jak se mění v závislosti na expiraci pro daný kontrakt. I zde stojí za pozornost, že kontrakty s expirací v listopadu mají nejnižší hodnoty ukazatele HVOL(14) a nejvyšší hodnoty likvidity. Od počátku roku (následujícího kalendářního) pak hodnoty likvidity de facto klesají. Nejnižší pak jsou pro kontrakty s expirací v srpnu a září.

Hodnoty průměrné likvidity pro jednotlivé kontrakty pro roky 2006 – 2015 jsou pak shrnuty grafem č. 93.

Zde je výše popsaný průběh také jasně patrný. Je zde velký rozdíl mezi kontrakty s expirací v srpnu a září a zbytkem sledovaných kontraktů.

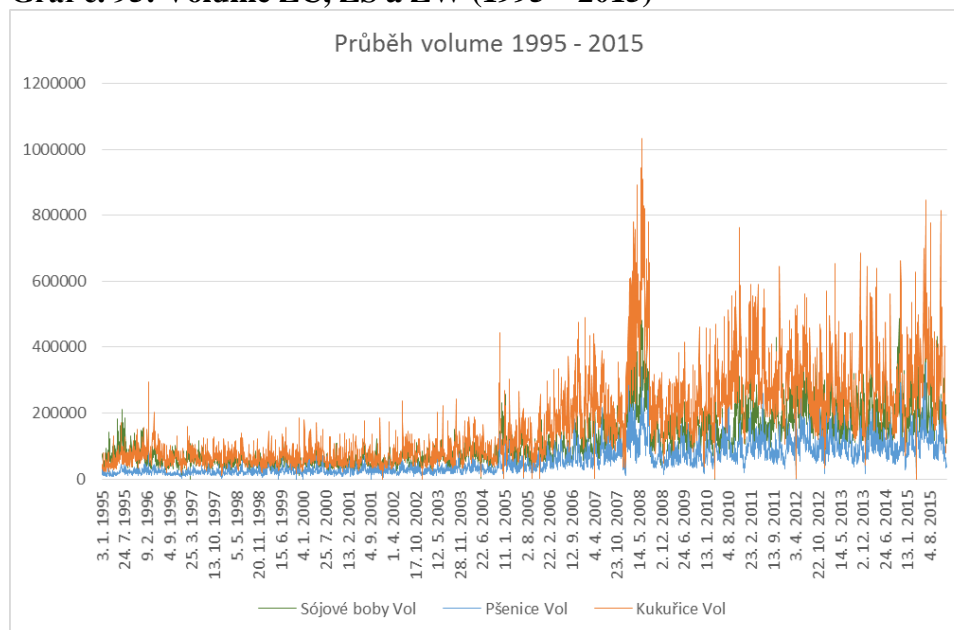
**Graf č. 94: Likvidita jednotlivých kontraktů**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Co se týká průběhu likvidity ve sledovaném období let 1995 – 2015, tak ten je zachycen na grafu č. 95, a ukazuje značné kolísání hodnot počtu provedených obchodů během jednotlivých obchodních dní. Nejlikvidnějším trhem je trh kukuřice, následuje trh sóji a nejméně likvidním pak byl trh pšenice.

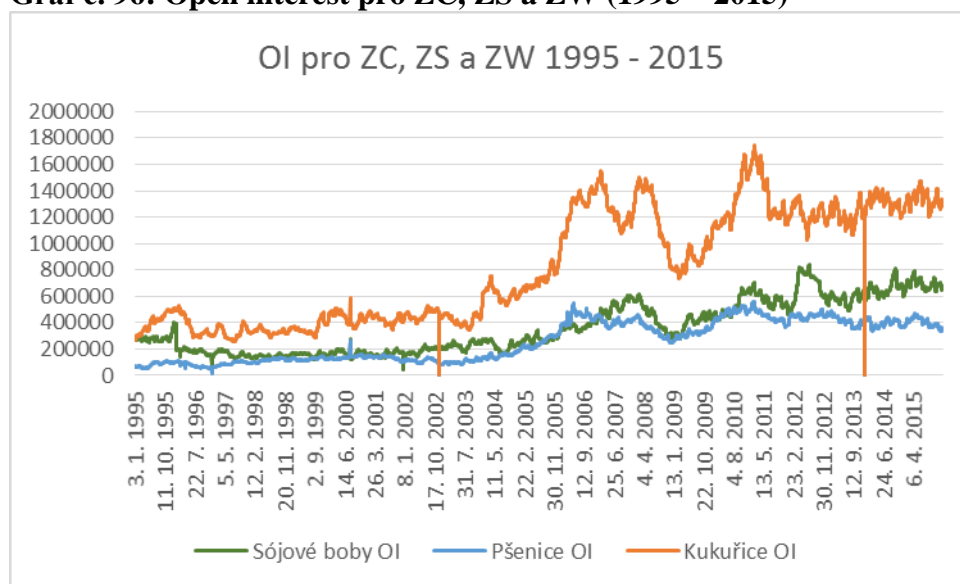
**Graf č. 95: Volume ZC, ZS a ZW (1995 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Ukazatel Open Interest (OI) má podstatně vyrovnanější průběh ve sledovaném období. Počet otevřených pozic logicky navazuje na likviditu sledovanou výše. Je patrné, že rozdíl mezi počtem otevřených pozic v trhu sóji a pšenice není velký. Naopak velké odchýlení platí pro hodnoty kukuřice a ostatní dvě sledované komodity.

**Graf č. 96: Open interest pro ZC, ZS a ZW (1995 – 2015)**



Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Průměry sledovaných hodnot pro dané období jsou pak shrnuty v tabulce č. 58

**Tabulka č. 58: Průměrné volume a open interest pro ZC, ZW a ZS**

Sójevé boby		Pšenice		Kukuřice	
Vol	OI	Vol	OI	Vol	OI
113153	362511	58850,8	260237	168115	821539

Zdroj: Vlastní zpracování na základě dat CME, 2016

Ta dokresluje již uvedený fakt, že nejlíkvinnějším trhem je trh kukuřice. Trh pšenice, který je nejméně likvidní, je zároveň i trhem, který byl vyhodnocen jako nejvíce volatilní. I zde se zdá být předpoklad spojující volatilitu a likviditu trhu neplatným.

Z celkových analýz je patrné, že ač výše sledované komodity jsou zahrnuty do jedné kategorie na CBOT a korelace cen je zřejmá, tak existují v jejich vývoji odchylky, které jsou významné, a může na nich být postavena buď obchodní strategie, či nástroj pro hodnocení rizik nebo identifikaci trendů.

## 5 Závěr

Hlavním cílem práce bylo poskytnout komplexní pohled na cenový vývoj a cenovou volatilitu vybraných komodit ve sledovaném období let 1995 – 2015. Za tímto účelem byla práce rozčleněna do několika částí. První část shrnuje teoretické poznatky a poskytuje východiska pro navazující část vlastních analýz. Analyzovány byly trhy futures kontraktů kukuřice, sójových bobů a pšenice na CBOT v letech 1995 – 2015.

Nejprve byly hodnoceny jednotlivé dílčí fundamenty, u kterých je předpoklad, že ovlivňují dění ve sledovaných trzích. Tyto fundamenty byly rozděleny na ty, které ovlivňují stranu nabídky, a ty, které působí na stranu poptávky. U nabídkové strany se jednalo především o data ilustrující produkci, export a výnosnost na hektar sledovaných komodit. Poptávkovou stranu pak zastupovala data o spotřebě, dovozu, zpracování, případně užití a světových zásobách. Na základě těchto informací byli identifikováni nejvýznamnější účastníci trhu a zároveň události, které pak byly užity při hodnocení cenového vývoje. V trhu kukuřice byl rovněž zkoumán vliv počasí za užití indexu jižní oscilace – SOI. Zároveň byla provedena intermarket analýza pro trh kukuřice, ropy, akciového indexu S&P500, komoditního indexu S&PGSCI a komoditních indexů Světové banky.

Hodnocení historického cenového vývoje je pak založeno z části na získaných informacích z fundamentální analýzy a z části na zprávách z reportů, organizací, které trhy zemědělských komodit dlouhodobě sledují (farmdoc, USDA, CME, World Bank).

Po zhodnocení významných cenových pohybů ve sledovaném období byly užity indikátory k hodnocení volatility a likvidity trhů. Co se týká kolísání cen, tak byly užity ukazatele historických výnosů, historické volatility (HVOL), average true range (ATR) a modely podmíněné heteroskedasticity GARCH. Následně byl hodnocen vývoj volatility za užití ukazatele HVOL pro jednotlivé kontrakty v období let 2006 -2015 a zároveň vývoj likvidity trhu jak pro jednotlivé roky, měsíce, tak i pro konkrétní kontrakty.

Prvním analyzovaným trhem byl trh kukuřice. Na základě výsledků fundamentální analýzy byly určeny Spojené státy jako nejvýznamnější účastník trhu. Ty jsou pro danou komoditu největším producentem, exportérem i spotřebitelem na světě, kdy dosahují i největších výnosů na hektar ze sledovaných zemí. Další významný účastník je pak Čína, která zastupuje zejména

poptávkovou stranu, neboť ačkoliv byla v roce 2014 druhým největším producentem i spotřebitelem, musí část své spotřeby pokrývat dovozy. Na trhu kukuřice působí další dva významné fundamenty ovlivňující poptávku a nabídku, a to produkce biopaliv, která vykazuje rostoucí trend (zejména ethanolu v USA), a potom produkce GMO kukuřice, která je rovněž běžná ve Spojených státech.

Jako hlavní cenové pohyby v letech 1995 – 2015 byly identifikovány roky 1996, 2008 – 2009 a 2012 a 2013. Přičemž z provedené intermarket analýzy a studia reportů Illinoiské univerzity farmdoc vyplývá, že cenový výkyv v roce 1996 byl zapříčiněn kombinací faktorů, a to pesimistickým výhledem nadcházející sklizně, suchem na středozápadě USA a nižší úrovní světových zásob z předchozích let. Ze srovnání komoditních indexů Světové banky vyplývá, že se cenový šok v roce 1996 dotkl právě především zrnin (a olejnin – jeden trh na CME) a ostatní komodity na něj nereagovaly. Rok 2008 – 2009 je de facto pokračováním cenového vývoje z předchozích let a vrcholem tzv. „super cyklu“, kdy rostly nejen sledované trhy, ale i ostatní trhy sledované v rámci intermarket analýzy (ropa, S&P500 a S&PGSCI). Zde za pozornost stojí skutečnost, že zatímco na přelomu let 2007 a 2008 přichází výrazný pokles akciových trhů (S&P500) a USA řeší již probíhající finanční krizi, tak v komoditních trzích tento pokles přichází až se zpožděním na přelomu let 2008 a 2009. V reakci na finanční krizi a pokles finančních trhů vláda v USA uvolnila svou monetární politiku a později přešla k tzv. kvantitativnímu uvolňování. Pro hodnocení tohoto fenoménu bylo užito časových řad vývoje agregátů M1 a M2 v USA. Těchto ukazatelů množství peněz v ekonomice bylo užito proto, že na rozdíl od inflace nepodléhají hospodářskému cyklu. Po výrazných korekcích a začátku kvantitativního uvolňování v USA sledované trhy vykazují opět růst. Zde je patrný souběh, jak poklesu, tak obnovení růstu pro sledované trhy, a to až do roku 2013, kdy sledované komoditní trhy vykazují opět korekci.

Po analýze fundamentů a cenového vývoje bylo přistoupeno k analýze kolísání cen. Nejprve byl užit indikátor historických výnosů, jedná se de facto o řetězový index, či procentuální změnu oproti předchozímu období. Tento ukazatel sice dobře postihuje shlukování volatility a má minimální zpoždění, ale jeho interpretace při užití ex post analýzy je poměrně komplikovaná. Z toho důvodu bylo přistoupeno k užití ukazatele average true range. Ten identifikoval vysokou volatilitu shodně s výkyvy cen během sledovaného období. Tento ukazatel je zároveň založen



na rozpětí hodnot open, high, low a close pro sledované trhy, takže bere v potaz i kolísání v rámci daného time-frame, což ostatní užití ukazatele nezahrnují. Nevýhodou pak ale je, že tento ukazatel se odvíjí od absolutních rozdílů sledovaných cen, a není proto vhodný k užití pro srovnání.

Dalším sledovaným ukazatelem byl ukazatel historické volatility (HVOL) se čtrnáctidenní periodou pro výpočet. Tento ukazatel pak reaguje citlivěji na cenové výkyvy i během období let 1998 – 2006, kdy v trhu nebyl patrný dlouhodobý výrazný trend (chop market). Období identifikované vysoké volatility se shodují s obdobími cenových vzestupů a následných korekcí. Ukazatel HVOL pak udává hodnoty v % a je možné jej užit ke srovnání volatility pro různé trhy. Sledované období let 1995 – 2015 je relativně dlouhé, a proto byl ukazatel HVOL aplikován na časovou řadu rozčleněnou na čtyři pětiletá období od roku 1996 – 2015 tak, aby bylo možné hodnotit jednotlivé cenové výkyvy.

Dále bylo přistoupeno k užití modelu GARCH(1,1), který byl na základě provedených testů vybrán jako vhodný pro modelování volatility trhu kukuřice. Ze zpětné aplikace na data v letech 2005 – 2015 je patrné, že model dobře reaguje na cenové výkyvy. Co se týká jeho predikčních vlastností, tak ukazuje, že sledovaná standardní chyba má tendenci konvergovat ke svým dlouhodobým hodnotám.

Cíl ohodnotit volatilitu v průběhu jednotlivých let a měsíců sledovaného období 1995 - 2015 pro jednotlivé kontrakty kukuřice 2006 – 2015 byl naplněn skrze užití ukazatele HVOL(14) a jeho aplikaci na data časových řad vzniklých rolováním kontraktů, tak pro časové řady jednotlivých kontraktů jako takové. V tomto případě byly hodnoceny dny, resp. jejich počet, kdy v trhu v daném měsíci, či roce byla zvýšená volatilita. Ta byla identifikována, pakliže ukazatel HVOL(14) pro aktuální sledovanou hodnotu přesáhl stanovený roční průměr o 25 %. Zde identifikace volatility odpovídá průběhu ukazatele HVOL(14) v jednotlivých letech, ale rozdíly v druhé polovině sledovaného období nejsou tak výrazné. Při aplikaci na jednotlivé měsíce se ukázal jako nejvíce volatilní měsíc červenec. Tento výsledek není v souladu s předpokladem, že větší volatilita přichází do trhu s měsícem nových sklizní, kterým je prosinec. Sklizeň začínají na významné části trhů (USA, Čína, EU, Ukrajina) v srpnu, a tak by červenec mohl být měsícem, kdy jsou již známé poměrně přesné odhady nadcházejících sklizní, a tudíž ovlivňuje dění v trhu. Tento předpoklad by mohl být předmětem dalšího zkoumání.

Dále byla analyzována volatilita pro jednotlivé kontraktní měsíce. Těch je v každém sledovaném roce pět, a to, březen, květen, červenec, září a prosinec. Zde z provedených analýz vyplynulo, že volatilita pro jednotlivé kontrakty v období let 2006 – 2015 byla silně ovlivněna cenovým vývojem v daných letech. Proto byly následně hodnoty HVOL(14) vztaženy ke kontraktům dle expiračního měsíce jako průměr za sledované období. Z výsledků vyplývá, že největší tendence k volatilnímu průběhu mají kontrakty s expirací v květnu a září, naopak nejméně volatilní jsou pak kontrakty s expirací v prosinci. Ačkoliv je tedy nejvíce volatilním kalendářním měsícem červenec, tak co se kontraktů týká, tak nejvolatilnější jsou květnové a zářijové, tedy kontrakty předcházející a navazující na červencový kontrakt, který se ukázal jako druhý nejméně volatilní. Tento výsledek by se dal vysvětlit tím, že pakliže by byl platný předpoklad o dostupnosti informace ohledně nadcházejících sklizní v červenci, tak tyto informace se pak přelévají do kontraktních měsíců května a září, protože červencový kontrakt je buď blízko expiraci, či již expirován. V tom případě by se pak volatilita přenášela do dalšího kontraktního měsíce, kterým je září. Stejným způsobem by bylo možné dovodit vysokou volatilitu pro květnový kontrakt za užití předpokladu dostupnosti informací o sklizních v Jižní Americe. Ty probíhají od února do května.

Následně byl hodnocen průběh likvidity trhu a to jak souhrnně za sledované období let 1995 – 2015, tak jednotlivě pro sledované kontrakty v letech 2006 – 2015. Co se týká souhrnného hodnocení za celé sledované období, tak se dá konstatovat, že likvidita průběhu jednotlivých let značně kolísala, ale vykazuje růstový trend v průběhu daných let. Cenovým výkyvům v letech 1996 a 2008 pak přecházel i prudký nárůst likvidity trhu (měřeno dle volume). Tento jev je ještě výraznější pro likviditu měřenou počtem otevřených pozic (open interest). V tomto případě by zde mohla být spojitost s pákovým efektem, kdy velký počet otevřených pozic vede k více dynamickému a volatilnímu průběhu cen. Tomu odpovídá i srovnání ukazatelů volume a HVOL(14) pro trh kukuřice, kdy růstu hodnot ukazatele HVOL(14) předcházela vzestup provedených obchodů pro sledované obchodní seance.

Druhým sledovaným trhem byl trh pšenice. Zde byla rovněž provedena fundamentální analýza s cílem determinovat faktory důležité pro stranu nabídky a poptávky. Jako nejvýznamější účastníci trhu byly určeny Evropa a Asie, konkrétně pak EU, Čína, Indie a Rusko na straně produkce a EU, Kanada, Rusko, USA v oblasti vývozu. Rovněž byl sledován ukazatel

průměrného výnosu na hektar, který u všech pěti sledovaných nejvýznamnějších producentů vykazuje růstový trend, nejvíce pak v Rusku a Číně. To samé platí i v celosvětovém měřítku. EU, která byla identifikována jako nejdůležitější účastník trhu (největší producent, exportér i spotřebitel), má zároveň nejvyšší výnosy na hektar. V EU se na produkci podílí nejvíce Francie (24,78 % v roce 2014). Česká republika přispěla k celkové produkci EU v témže roce 3,5 %. Ačkoliv i u pšenice platí předpoklad rostoucí poptávky po biopalivech, tak k technickému užití je v EU spotřebováno pouze 9,5 % z celkové spotřeby pšenice. Tento trend tedy nedosahuje takové intenzity jako v případě kukuřice v USA. Mimo EU mezi největší spotřebitele pšenice patří rovněž Čína a Indie s podíly 17,51 %, 16,51 % a 13,2 % na celkové spotřebě v roce 2014. Největšími dovozci pak byly Egypt, Indonésie, Alžírsko, EU, Turecko, Japonsko, Brazílie, Filipíny, Írán a Mexiko.

Co se týká cenového vývoje, tak hlavní cenové trendy byly vyhodnoceny v trhu kukuřice, a je zde předpoklad větší provázanosti trhů kukuřice a pšenice, proto byla provedena analýza cen těchto dvou komodit a jejich rozdílů. Pro lepší identifikaci trendů a rozdílů v trzích byly sledované časové řady opět rozděleny do čtyř pětiletých období pro roky 1996 – 2015. Ačkoliv ceny spolu hodně korelují, tak cenový průběh pšenice byl více volatilní a zároveň vykazoval znaky obrátů trendů dříve než trh kukuřice. Dá se tedy konstatovat, že trh pšenice je více senzitivní na informace, které jej ovlivňují, a reaguje na ně dříve. Toto zjištění by mohlo být užito při tvorbě dalších strategií, či k identifikacím dlouhodobých trendů v trhu kukuřice.

Ceny pšenice jsou obecně vyšší než ceny kukuřice, i tak ale v období let 2011 – 2013 došlo k jejich vyrovnání. Toto je opět významný jev, který naznačuje dlouhodobě neudržitelný stav. Tento předpoklad byl potvrzen v druhé polovině roku 2013 prudkou korekcí trhu kukuřice.

Co se cenového kolísání týká, tak opět byly užity ukazatele ATR a HVOL. Vzhledem k podobnému vývoji s trhem pšenice se tyto liší pouze v dílčích krátkodobých výkyvech. Z hlediska modelování volatility byl jako optimální shledán model TARARCH za užití prvních diferencí cen z let 2005 – 2015. Tato modifikace modelů podmíněné heteroskedasticity užívá prahu pro rozlišení pozitivních a negativních informací v trhu. Předpoklad je takový, že negativní informace bude mít větší dopad nežli informace pozitivní. Tento předpoklad se pak dá vysvětlit užitými příkazy typu stop-loss, kterými si účastníci trhu hedgují své pozice. Model pak senzitivně reaguje na vývoj v letech 2008 a 2010. Nicméně při konstrukci tohoto modelu

byly denní zavírací ceny v období let 2005 -2015 modifikovány na jejich první diference, takže i vyznění modelu je jiné. Jeho užití pro ex post hodnocení volatilitu je tak omezené. Nabízí se tak jeho implementace do širšího modelu hodnocení rizik.

Pro trh pšenice byla rovněž identifikována zvýšená volatilita prostřednictvím počtů dní, které přesáhly svůj roční průměr o 25 % ve sledovaném období. Zde byly identifikovány roky 1995, 2005, 2009 a 2012 jako nejvíce volatilní. De facto se jedná o roky před začátkem či po ukončení výrazných trendů. Pokud je užito průměrů pro jednotlivé roky ukazatele HVOL(14), tak identifikované roky více odpovídají cenovému průběhu. Z kalendářních měsíců pak byly jako nejvíce volatilní identifikovány červenec a březen. Nejmenší sklon k volatilitě pak vykazuje únor. Z analýzy cenového vývoje pšenice bylo dovozeno, že trh vykazoval tendenci k větším cenovým změnám v druhé půli roku, čemuž odpovídá i identifikovaný měsíc nejvyšší volatility (červenec). Při srovnání s volatilitou pro jednotlivé kontrakty, kdy pšenice je obchodována stejně jako kukuřice pro kontraktní měsíce březen, květen, červenec, září a prosinec, vyšly jako nejvíce volatilní měsíce květen, září a nejméně volatilním pak byl prosinec. Tato situace je analogická s výsledky trhu kukuřice. U vlivu sklizní a informací o očekávané produkci platí, že více jak polovina světové sklizně (EU, Rusko, Čína, USA a Kanada) probíhá od června do září. Takže červenec je měsícem uprostřed probíhajících sklizní. Při aplikaci na jednotlivé kontrakty se tato informace opět posouvá na měsíc září a květnový kontrakt je pak prvním kontraktním měsícem pro sklizně Indie (únor – duben) a zároveň měsícem, kdy by měly být k dispozici již poměrně kvalitní odhady sklizní výše uvedených producentů.

I v případě pšenice byla hodnocena likvidita trhu ve vztahu k jednotlivým kontraktům. Shodně s trhem kukuřice je nejvíce likvidním prosincový kontrakt. Od roku 2009 je pak vzorec, kdy je likvidita prosincového kontraktu nejvyšší, a pak dále klesá, patrný i ze srovnání v průběhu jednotlivých let.

Situace v trhu sójových bobů je shrnuta v poslední podkapitole praktické části. Nejvýznamnějšími producenty jsou země kontinentální Ameriky. Konkrétně pak USA, Brazílie a Argentina. Podíl těchto producentů na světové produkci přesahuje 80 % (33,35 % USA, 30 % Brazílie a 19,6 % Argentina). Následují Indie a Čína, ale úroveň jejich produkce je řádově nižší (3,79 a 2,71 % na světové produkci). Opět byl hodnocen výnos na hektar, který vyjma Číny u všech pěti uvedených zemí vzrostl při porovnání průměrů let 1995 – 2004 a 2005 – 2014.

Největší nárůst zaznamenaly právě Spojené státy a Brazílie (13,02 a 12,27 %). V Číně pak průměrný výnos poklesl pro sledovaná období o 1,49 %, tedy cca 0,03 tun na hektar. Tento pokles není sám o sobě významný. Důležitá je tato informace v kontextu zvyšujících se výnosů u ostatních sledovaných zemí. Brazílie a USA jsou pak nejvýznamnějšími exportéry, následuje Argentina, Paraguay a Kanada, ale jejich exporty nedosahují úroveň prvních dvou jmenovaných zemí.

Největšími spotřebiteli sóji jsou Čína, USA, Argentina a Brazílie. Nelze tak jednoznačně určit jednoho nejvýznamnějšího hráče. Z pohledu produkce a exportů by jím byla Brazílie, ale Spojené státy dosahují jen o málo horších výsledků. Co se pak spotřeby a importu týká, tak zde je možné určit jako největšího spotřebitele a dovozce Čínu, ale USA mají také významný podíl na světové spotřebě sóji.

Cenový vývoj trhu sójových bobů je porovnán s ostatními sledovanými komoditami. Vývoj je podbojný. Výraznější odchýlení hodnot bylo zaznamenáno v roce 2004, kdy trh sóji zaznamenal silný vzestup cen, které přesáhly hranici 1000 USD/100 bušlů. Nicméně toto překročení této hranice bylo pouze krátkodobé, poté následoval opětovný pokles na cenovou úroveň roku 2003. Další cenový vývoj byl analogický s kukuřicí a pšenicí. Roky 2007 a 2008 jsou ve znamení supercyklu a následuje strmý propad. Ze sledovaných komodit je kontrakt sójových bobů tím nejdražším, následuje pšenice. Kukuřice pak představuje komoditu, jejíž ceny dosahovaly nejnižších hodnot. Podobně jako v případě srovnání kukuřice a pšenice, i zde byla krátká období, kdy se cenový rozdíl mezi pšenicí a sójovými boby stíral. Tento jev byl nejvíce patrný na přelomu let 2007 a 2008. Zároveň trh sójových bobů měl tendenci reagovat se zpožděním na začátky nových trendů u zrnin a olejnin.

Analýza volatility v případě sójových bobů zahrnuje užití indikátoru ATR, který opět koreluje s cenovým vývojem a dobře vystihuje období vyšší volatility v trhu. Ke srovnání sledovaných trhů bylo užito opětovně indikátoru HVOL(14). Protože sledovaná časová řada je dost dlouhá a při zobrazení let 1995 – 2015 mnoho z informací nelze rozlišit, bylo toto období opět rozděleno na 4 pětileté období od roku 1996 do roku 2015. Z této analýzy pak vychází informace o odchylkách v průběhu jednotlivých let. Co se obecných charakteristik trhu a jeho volatility týká, tak lze konstatovat, že trh pšenice a sóji vykazoval tendenci k výrazným, ale krátkodobým výkyvům. Nicméně trh pšenice vykazoval vyšší hodnoty ukazatele HVOL(14), ale

s vyrovnanějším průběhem. Z dlouhodobého pohledu je pak jako nejvíce volatilní hodnocen trh pšenice s průměrnou hodnotou HVOL(14) 1996 – 2015 29,49 %. Následuje trh kukuřice 26,94 % a jako nejméně volatilní byl vyhodnocen trh sójových bobů (24,19 %).

Pro trh sójových bobů bylo opět užito modelů GARCH a jejich modifikací. Jako neoptimalnější se ukázal model TARARCH pro první diference závěrečných cen z let 2005 – 2015. Ten opět senzitivně reaguje na volatilitu v roce 2008 při zpětné aplikaci na užitá data. Jako další více volatilní roky jsou pak vidět hodnoty z let 2009, 2013 a 2014.

K identifikaci zvýšené volatility bylo opět užito průměrů hodnot ukazatele HVOL(14) pro jednotlivé roky a pak počet dní, které ten to průměr překročily o více jak 25 % během sledovaného období. Z užití průměrů vycházejí jako nejvíce volatilní roky 1997 (opožděná reakce sóji na cenový šok zrnin z roku 1996), 2004, 2008 a 2009. Počet dní zvýšené volatility se zde opět liší a na základě této metodiky byly identifikovány roky na okrajích těchto trendů, tedy 1995, 1998, 2007 a 2013.

Volatilita ve spojitosti s jednotlivými kalendářními měsíci identifikovaná na základě počtu kalendářních dní, kdy hodnoty ukazatele HVOL(14) překonaly svůj roční průměr, pak byla určena pro druhou polovinu kalendářního roku. Konkrétně pro měsíce červenec, srpen, září a říjen. Jako nejméně volatilní byly určeny měsíce prosinec a duben.

Futures sójových bobů se od futures kukuřice a pšenice odlišují v tom, že nemají 5 kontraktních měsíců, ale sedm. Jsou jimi měsíce leden, březen, květen, červenec, srpen, září a listopad. Z hlediska tendencí k volatilitě byly jako nejrizikovější identifikovány futures s expirací v březnu. Lednové kontrakty rovněž byly identifikovány jako více volatilní. Vyšší volatilitu vykazovaly rovněž kontrakty s expirací v srpnu a září. Jako nejméně volatilní byl určen listopadový kontrakt. U sóji je situace komplikovaná tím, že má dvě významná období sklizní, a to září až listopad v USA a Číně (cca 40 % světové produkce, a poté březen až červen v Brazílii a Argentině (cca 50 % světové produkce). Pokud by platil výše uvedený předpoklad o vlivu informací o nadcházejících sklizních, tak v tomto případě by trhy pravděpodobně reagovaly citlivěji na sklizně v USA, potažmo v Číně.

Likvidita je hodnocena jako nejvyšší pro listopadový kontrakt, tedy opět pro poslední kontrakt kalendářního roku s nejnižší volatilitou. Likvidita pak klesá pro kontraktní měsíce třetího čtvrtletí roku, tzn. pro červenec, srpen a září.

V závěru praktické části byly srovnány jednotlivé analyzované komoditní trhy dle likvidity. Jako nejlídnější se ukázal trh kukuřice, následuje sója a nejméně lídním trhem je trh pšenice. To platí jak pro hodnoty volume, tak pro hodnoty otevřených pozic – open interest (OI). Jak již bylo uvedeno výše, trh pšenice je nejvíce volatílním ze sledovaných trhů a zároveň je trhem s nejnižší lídnitou. U všech sledovaných komodit platí, že růst hodnot OI předcházet výrazným cenovým trendům během sledovaného období.

Co se týká stanovených výzkumných otázek, tak vliv sklizní na volatilitu jednotlivých kontraktů (členěno dle expirace) byl popsán výše. Platí ale, že vzhledem k tomu, že sledované komodity jsou geograficky široce diverzifikovány a intenzita tohoto faktoru se může v čase lišit. Zároveň je třeba připomenout existující velkou provázanost trhů, jež je patrná z provedené intermarket analýzy. Období sklizní tak lze brát v potaz, ale je třeba přihlížet i k ostatním faktorům, které na trh působí.

Zkoumání vztahu mezi lídnitou a volatilitou trhu, přináší odpověď na druhou stanovenou výzkumnou otázku. V kapitole č. 3 je uvedeno několik autorů a kolektivů, kteří se tímto fenoménem zabývali a dospěli k různým výsledkům. Zatímco ku příkladu Kalimpiali a Nayak (2012), či Luo (2010) tento vztah potvrzují, tak Kim (2015), Wang a Zhuang (2006) docházejí k opačnému závěru. Studií na toto téma pak existuje celá řada. I výsledky této práce potvrzují nejednoznačnost interpretace vztahu mezi lídnitou a volatilitou. Ze zkoumaných dat je patrné, že bude-li zkoumán tento vztah v čase za užití časových řad (v tomto případě denní data 1995 – 2015), kdy obě časové řady vykazují rostoucí trend, pak výsledek bude pravděpodobně potvrzení této pozitivní korelace. Nicméně při bližším zkoumání a dekompozici sledovaných hodnot na jednotlivé kontrakty (členěno dle měsíce expirace) je výsledek opačný. Tedy, že vyšší volatilitu vykazovaly kontrakty s nižší lídnitou. Jedná se o překvapivý výsledek. Tomuto výsledku pak odpovídá i srovnání souhrnných charakteristik trhů za sledované období 1995 – 2015. Kdy nejvíce volatílním trhem ze sledovaných komodit je trh pšenice, ale zároveň se jedná o trh s nejnižší lídnitou. Možná příčina by mohla být v tom, že vzhledem k tomu, že určité kontrakty mají vyšší sklon k volatílnímu průběhu, tak jsou účastníky trhu méně užívány, než kontrakty sousedící, které vykazují nižší volatilitu.

Poslední výzkumná otázka se zabývala průběhem volatility a lídnity během kalendářního roku. Tyto veličiny byly opět zkoumány z několika různých pohledů. Jeden hodnotil souhrnně

sledované časové řady, kdy ale, jak vyplynulo z intermarket analýzy, se jednotlivé vlivy promíchávají. Proto bylo přistoupeno k hodnocení likvidity a volatility v závislosti na jednotlivých kontraktních měsících. Zde byly sezónní vlivy patrnější. Přelívání volatility do kontraktů, jejichž expirace sousedí s kontraktním měsícem sklizně, bylo popsáno výše a stejně tak likvidita, která se vyvíjí opačným směrem. U komodit, jejichž významná část sklizně probíhá v letních měsících, jsou to pak právě měsíce druhé poloviny roku, které vykazují sklon k větší volatilitě. Tento fakt, společně se skutečností, že rostoucí hodnoty OI předcházejí cenovým zlomům, a že nejsenzitivněji a nejrychleji reaguje ze sledovaných komodit trh pšenice je pak možno použít buď k plánování produkce, tak jak doporučuje např. Boonvorachote a Anurat (2012), nebo k modelaci obchodních strategií, či k hedgování proti riziku.



## 6 Zdroje

- ABIOVE: Brazilian Vegetable Oil Industry Association [online]. 2016 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://www.abiove.org.br/site/index.php?page=economic-and-social-importance&area=MTAtMi0y>
- ARD - Europe: Agricultural Research for Development [online]. 2016 [cit. 2016-03-30]. Dostupné z: <https://www.ard-europe.org/era-ard/>
- BABCOCK, B. A., FABIOSA, J. F. The Impact of Ethanol and Ethanol Subsidies on Corn Prices: Revisiting History. CARD Policy Briefs. Center for Agricultural and Rural Development, 2011, 11(5).
- BICCHETTI, D., MAYSTRE, N. The synchronized and long-lasting structural change on commodity markets: Evidence from high frequency data. *Algorithmic Finance*, 2013, 2 (3-4), pp. 233-239. ISSN: 2158-5571. DOI: 10.3233/AF-13028
- BOLLERSLEV, T. Generalized autoregressive conditional heteroskedasticity, *Journal of Econometrics*, Volume 31, Issue 3, April 1986, Pages 307-327, ISSN 0304-4076, [http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076\(86\)90063-1](http://dx.doi.org/10.1016/0304-4076(86)90063-1).
- BOLLINGER, John. *Bollinger on Bollinger bands. 3*. New York: McGraw-Hill, 2002. ISBN 00-713-8673-4.
- BOM Bureau of Meteorology: Australian Government [online]. 2016 [cit. 2016-01-29]. Dostupné z: <http://www.bom.gov.au/>
- BOONVORACHOTE, T., ANURAT, N. Trading volume and price volatility relationship in Asian commodity-futures markets. *Kasetsart Journal - Social Sciences*, 2012, 31 (1), pp. 82-92. ISSN: 0125-8370.
- BOURGUIGNON, F., LAMBERT, S., SUWA-EISENMANA, A. Trade exposure and income volatility in cash-crop exporting developing countries. *European Review of Agricultural Economics*, 2004 31 (3), pp. 369-387. ISSN: 0165-1587
- BRIESE, Stephen. *The Commitments of Traders Bible*. Hoboken, NJ: John Willey & Sons, 2008. ISBN 978-0-470-17842-3.
- BRUNNEN, DAVID J., WYLLIE, ERIC. Electronic trading: BT's commitment to changing the way we all do business. *British Telecommunications Engineering*, 1994, 13 (pt 1), pp. 47-52. ISSN: 0262-401X.
- CAPITANIO, F., DIAZ-CANEJA, M.B., Cafiero, C., Adinolfi, F. Does market competitiveness significantly affect public intervention in agricultural insurance: The case in Italy (2011) *Applied Economics*, 43 (27), pp. 4149-4159. DOI: 10.1080/00036846.2010.487823
- CIPRA, Tomáš. *Finanční ekonometrie. 2., upr. vyd.* Praha: Ekopress, 2013. ISBN 978-80-86929-93-4.

- CME Group [online]. Chicago, USA: CME Group/Chicago HQ, 2012, 2012-12-04 [cit. 2014-11-20]. Dostupné z: <http://cmegroup.mediaroom.com/2012-12-04-CME-Group-Volume-Averaged-11.0-Million-Contracts-per-Day-in-November-2012?pagetemplate=article>
- CME Group [online]. Chicago, USA: CME Group/Chicago HQ, 2014, 2014-11-21 [cit. 2014-11-21]. Dostupné z: <http://www.cmegroup.com/market-data/volume-open-interest/exchange-volume.html>
- CME Group [online]. Chicago, USA: CME Group/Chicago HQ, 2015, 2015-08-14 [cit. 2015-08-14]. Dostupné z: <http://www.cmegroup.com/trading/agricultural/>
- CORNELL, B. The Relationship between Volume and Price Variability in Futures Markets, *Journal. of Futures Markets*, 1981, 1: 303-3 16, ISSN: 1096-9934.
- CRB Commodity Yearbook 2013: CRB Commodity Yearbook. 1. Chicago: Commodity Research Bureau, 384n. 1. ISBN 9780910418928.
- CUNY, C.J. Why derivatives on derivatives? The case of spread futures. *Journal of Financial Intermediation*, 2006 15 (1), pp. 132-159, ISSN: 1042-9573.
- CURTIS, A. A fundamental-analysis-based test for speculative prices. *Accounting Review*, 2012,87 (1), pp. 121-148. ISSN: 0001-4826.
- DAIGLER, R.T., WILEY, M.K. The impact of trader type on the futures volatility-volume relation. *Journal of Finance*, 1999, 54 (6), pp. 2297-2316, ISSN: 0022-1082.
- DEHN, J., GILBERT, C.L., VARANGIS, P. Agricultural commodity price volatility. *Kapitola v knize: Managing Economic Volatility and Crises: A Practitioner's Guide*, 2005, pp. 137-185. ISBN: 978-051151075-5.
- DELONG, J. B., SHLEIFER, A., SUMMERS L. H., WALDMANN R. J., Positive feedback investment strategies and destabilizing rational speculation, *The Journal of Finance*, 1990, 54, pp. 379 – 395, Online ISSN: 1540-6261.
- DING, L., HILTROP, J. The electronic trading systems and bid-ask spreads in the foreign exchange market. *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money*, 2010, 20 (4), pp. 323-345. ISSN: 1042-4431. DOI: 10.1016/j.intfin.2010.04.002.
- ECFR, ELECTRONIC CODE OF FEDERAL REGULATIONS: Title 17 Commodity and Securities Exchanges. In: . Washington: U.S. Government Publishing Office, 2015, číslo 1 - 4.
- ELDER, Alexander. *Trading for a living*. Vyd. 1. New York: John Wiley, 1993, 289 s. ISBN 04-715-9224-2.
- ENDERS, Walter. *Applied Econometrics Time Series*. 4. Hoboken, NJ: John Wiley & Sons, 2015. ISBN 978-1-118-80856-6.
- ENGLE, R. F. 1982. Autoregressive Conditional Heteroscedasticity with Estimates of the Variance of United Kingdom Inflation. *Econometrica*. Vol. 50, No. 4, pp. 987–1007. ISSN: 1468-0262.. <http://doi.org/10.2307/1912773>

- EVROPSKÁ KOMISE - Zemědělství a rozvoj venkova. EU Cereals Trade 2014/15. AGRI C4. Cereals: Committee for the Common Organisation of Agricultural Markets [online]., 2015 [cit. 2016-02-26]. Dostupné z: [http://ec.europa.eu/agriculture/committees/cmo\\_en.htm](http://ec.europa.eu/agriculture/committees/cmo_en.htm)
- FAOSTAT: FOOD AND AGRICULTURE ORGANIZATION OF THE UNITED NATIONS STATISTICS DIVISION [online]. 2015 [cit. 2015-08-09]. Dostupné z: <http://faostat3.fao.org/home/E>
- FARMDOC: University of Illinois at Urbana, Champaign [online]. College of Agricultural, Consumer and Environmental Sciences: Illinois, US, 2015 [cit. 2015-01-12]. Dostupné z: <http://www.farmdoc.illinois.edu/>
- FERGUSON, Niall. Vzestup peněz: finanční dějiny světa. Praha: Argo, 2011. Historické myšlení. ISBN 978-80-257-0337-3.
- FRANKEL, J., A., FROOT, K. A., Chartists, fundamentalists, and trading in the foreign exchange market, *American Economic Review*, 1990, pp. 181 – 185, ISSN: 0002-8282.
- FRED: Federal Reserve Bank of St. Louis [online]. St. Louis: Economic Research, 2016 [cit. 2016-03-02]. Dostupné z: <https://research.stlouisfed.org/fred2/>
- GECKO SW: Track'n Trade [online]. Providence, Utah: Gecko SW, 2016 [cit. 2016-01-30]. Dostupné z: [http://help.geckosoftware.com/40manual/new/use\\_indicators/hvol/hist\\_vol.htm](http://help.geckosoftware.com/40manual/new/use_indicators/hvol/hist_vol.htm)
- GENOTTE, G., LELAND, H. Market liquidity, hedging, and crashes, *American Economic Review*, 1990, Vol. 80, pp. 999 – 1021, ISSN: 0002-8282.
- GIANESSI, L. WILLIAMS, A. Europe's Wheat Yields are the World's Highest Due to Fungicide Use: International Pesticide Benefits Case Study No. 43, December 2011. Washington DC: Crop Protection Research Institute, 2011.
- GLADIŠ, Daniel. Naučte se investovat. 2. rozšířené vydání. Praha: Grada Publishing, 2005. ISBN 80-247-1205-9.
- GLOSTEN, L.R., R. Jagannathan and D. Runkle (1993), "On the Relation Between the Expected Value and the Volatility of the Nominal Excess Return on Stocks," *Journal of Finance*, 48, 1779-1801.
- GOI – Government of India. Working Group on Agricultural Marketing Infrastructure and Policy Required for Internal and External Trade for the Eleventh Five-Year Plan (2007 - 2012). In: . Government of India Planning Commission, 2007.
- GOLDMAN SACHS. Goldman Sachs [online]. 2015 [cit. 2016-02-01]. Dostupné z: <http://www.goldmansachs.com/what-we-do/securities/products-and-business-gr>
- GRAHAM, Benjamin, DODD L. David. Security analysis principles and technique. 6th ed. New York: McGraw-Hill, 2009. ISBN 00-716-4293-5.
- HEUN, M., SCHÄFER-PREGL, R., KLANAWAN, D., CASTAGNA, R., ACCERBI, M., BORGHI, B., SALAMINI, F. Site of einkorn wheat domestication identified by DNA fingerprinting (1997) *Science*, 278 (5341), pp. 1312-1314. DOI: 10.1126/science.278.5341.1312

- HINDLS, Richard, Stanislava HRONOVÁ, Jan SEGER a Jakub FISCHER. Statistika pro ekonomy. Osmé vyd.. Praha: Professional Publishing, 2007. ISBN 978-80-86946-43-6.
- HROMÁDKO, J., HROMÁDKO, J., MILER, P., HONIG, V., ŠTĚRBA, P. Bioethanol production [Výroba bioetanolu] (2010) Listy cukrovarnické a řepařské, 126 (7-8), pp. 267-271.
- HSIEH, P-H., Yang, J. J. A censored stochastic volatility approach to the estimation of price limit moves, *Journal of Empirical Finance*, Volume 16, Issue 2, March 2009, Pages 337-351, ISSN 0927-5398, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jempfin.2008.11.002>.
- HUŠEK, R. 2007. *Ekonometrická analýza*. 1. vyd. Praha : Oeconomica, 2007. 367 s. ISBN 978-80-245-1300-3
- CHANDRASEKHAR, C.P. Food Price Levels and Volatility: Sources, Impact and Implications. *IDS Bulletin*, 2012, 43 (SUPPL. 1), pp. 74-83. ISSN: 0265-5012. DOI: 10.1111/j.1759-5436.2012.00349.x.
- CHOI, J.J. The Japanese and US stock prices: A comparative fundamental analysis. *Japan and The World Economy*, 1995, 7 (3), pp. 347-360. ISSN: 0922-1425.
- CHUNG, D., HRAZDIL, K. Liquidity and market efficiency: A large sample study, *Journal of Banking & Finance*, Volume 34, Issue 10, October 2010, Pages 2346-2357, ISSN 0378-4266, <http://dx.doi.org/10.1016/j.jbankfin.2010.02.021>.
- IMF. Globalization, Commodity Prices, and Developing Countries. *World Economic Outlook: Housing and the business cycle* [online]. Washington, DC: International Monetary Fund, 2008, s. 303 [cit. 2016-08-04]. ISBN 9781589067196.
- JACKSON, A., LADLEY, D. Market ecologies: The effect of information on the interaction and profitability of technical trading strategies. *International Review of Financial Analysis*, 2106. ISSN: 1057-5219.
- JARROW, R.A., PROTTER, P. A dysfunctional role of high frequency trading in electronic markets. *International Journal of Theoretical and Applied Finance*, 2012, 15 (3), art. no. 1250022. ISSN: 0219-0249. DOI: 10.1142/S0219024912500227
- JIN, X., CHEN, J. Research on bulk commodity electronic trading's third-party payment company funds management mode, *Proceedings - 2014 International Conference on Management of e-Commerce and e-Government, ICMcCG 2014*, art. no. 7046883, pp. 20-23. ISBN: 978-147996543-4
- JORDAAN, H., GROVÉ, B., JOOSTE, A., ALEMU, Z.G. Measuring the price volatility of certain field crops in South Africa using the ARCH/GARCH approach. *Agrekon*, 2007, 46 (3), pp. 306-322. ISSN: 0303-1853. DOI: 10.1080/03031853.2007.9523774.
- KALIMIPALLI, M., NAYAK, S. Idiosyncratic volatility vs. liquidity? Evidence from the US corporate bond market. *Journal of Financial Intermediation*, 2012, 21 (2), pp. 217-242. ISSN: 1042-9573. DOI: 10.1016/j.jfi.2011.07.002.
- KAUFMANN, R.K., ULLMAN, B. Oil prices, speculation, and fundamentals: interpreting causal relations among spot and futures prices. *Energy Econ*, 2009. 31, pp. 550–558. ISSN: 0140-9883.

- KIM, A. Does Futures Speculation Destabilize Commodity Markets?. *Journal of Futures Markets*, 2015, 35 (8), pp. 696-714. ISSN: 0270-7314. DOI: 10.1002/fut.21716.
- KISLINGEROVÁ, Eva. *Manažerské finance*. 3. vyd. Praha: C. H. Beck, 2010. ISBN 978-80-7400-194-9.
- KLOTZ, P., LIN, T.C., HSU, S.-H. Global commodity prices, economic activity and monetary policy: The relevance of China. *Resources Policy*, 2014, 42, pp. 1-9. ISSN: 0301-4207. DOI: 10.1016/j.resourpol.2014.08.001
- KOCAGIL, A.E., TOPYAN, K. An empirical note on demand for speculation and futures risk premium: A Kalman Filter application. *Review of Financial Economics*, 1997, 6 (1), pp. 77-93, ISSN: 1058-3300.
- KRANE, J. A refined approach: Saudi Arabia moves beyond crude (2015) *Energy Policy*, 82 (1), pp. 99-104. DOI: 10.1016/j.enpol.2015.03.008
- KUKAL, J., VAN QUANG, T. Estimating a garch-m model by a non-parametric heuristic method and its advantages [NEPARAMETRICKÝ HEURISTICKÝ PŘÍSTUP K ODHADU MODELU GARCH-M A JEHO VÝHODY] (2014) *Politická Ekonomie*, 62 (1), pp. 100-116.
- LEQUEUX, P. Kap. Real trading volume and price action in the foreign exchange markets. *Forecasting Volatility in the Financial Markets*, pp. 187-199. KNIGHT, John L. a S. SATCHELL. *Forecasting volatility in the financial markets*. 3rd ed. Boston: Butterworth-Heinemann, 2007. Quantitative finance series. ISBN: 978-0-7506-6942-9.
- LEV, B., & THIAGARAJAN, S. Fundamental Information Analysis. *Journal of Accounting Research*, 1993, 31(2), 190-215. ISSN: 1475-679X.
- LEWIS, Michael. *Flash Boys: A wall street revolt*. 1. Edition. New York: W. W. Norton & Company, 2015. ISBN 0393351599. 4-1178.
- LI, Z., SUN, J., WANG, S. An information diffusion-based model of oil futures price. *Energy Economics*, 2013, 36, pp. 518-525. ISSN: 0140-9883.
- LIAO, H.-C.A , LEE, Y.-H.B , SUEN, Y.-B.C. Electronic trading system and returns volatility in the oil futures market. *Energy Economics*, 2008 30 (5), pp. 2636-2644. ISSN: 0140-9883.
- LIGHT, J., SHEVLIN, T. The 1996 grain price shock: How did it affect food inflation? (1998) *Monthly Labor Review*, 121 (8), pp. 3-18.
- LINTON, O.B., YAN, Y. Semi- and nonparametric ARCH processes (2011) *Journal of Probability and Statistics*, art. no. 906212. DOI: 10.1155/2011/906212
- LUO, D. Liquidity risk and asset pricing: The multivariate GARCH-in-mean application. *Proceedings of the International Conference on E-Business and E-Government, 2010, ICEE 2010*, art. no. 5592345, pp. 5203-5206. ISBN: 978-076953997-3. DOI: 10.1109/ICEE.2010.1304.
- MALEC, K. – MAITAH, M. – KUZMENKO, E. Analysis of the Wheat Futures Spread Trading. *Research Journal of Applied Sciences*, 2015, roč. 10, č. 6, s. 235-240. ISSN: 1815-932X.

- MALKIEL, B.G. The efficient market hypothesis and its. *Journal of Economic Perspectives*, 2003, 17 (1), pp. 59-82. ISSN: 0895-3309.
- MARTELL, T. F., WOLF, A. S. Determinants of Trading Volume in Futures Markets. *Journal of Futures Markets*, 1987, 7(3):233-244, ISSN: 1096-9934.
- MASTEIKA, S., RUTKAUSKAS, A.V. Research on futures trend trading strategy based on short term chart pattern. *Journal of Business Economics and Management*, 2012, 13 (5), pp. 915-930. ISSN: 1611-1699.
- MILLS, Terence C. *Time Series Econometrics*. 1. Hampshire: PALGRAVE MACMILLAN, 2015. ISBN 978-1-4039-0173-6.
- MOGHADAM, Reza, Carlo COTTARELLI a Olivier BLANCHARD. *Managing Global Growth Risks and Commodity Price Shocks: Vulnerabilities and Policy Challenges for Low-Income Countries*. Strategy, Policy, and Review Department, Fiscal Affairs Department, and Research Department. International Monetary Fund, 2011, 62 s.
- MURPHY, John. *Technical analysis of the financial markets: a comprehensive guide to trading methods and applications*. New York: New York Institute of Finance, c1999, xxxi, 542 p. ISBN 0735200661
- MWBC: Montana Wheat and Barley Committee [online]. 2015 [cit. 2016-03-05]. Dostupné z: <http://wbc.agr.mt.gov/>
- NELSON, D. B.. (1991). Conditional Heteroskedasticity in Asset Returns: A New Approach. *Econometrica*, 59(2), 347-370. <http://doi.org/10.2307/2938260>
- NOOA (National Oceanic Atmospheric Administration). [http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis\\_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml](http://www.cpc.noaa.gov/products/analysis_monitoring/ensostuff/ensoyears.shtml). Accessed on October 7, 2015
- NSCPA: North Carolina Soybean Producers Association. 2014 Annual Report of the North Carolina Soybean Producers Association [online]. 2014 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://ncsoy.org/wp-content/uploads/2014-Annual-Report-Final-File-From-Poole.pdf>
- ORLOWSKI, L.T. From pit to electronic trading: Impact on price volatility of U.S. Treasury futures. *Review of Financial Economics*, 2015, 25, pp. 3-9. ISSN: 1058-3300.
- OSLER, C. L. (2003), Currency Orders and Exchange Rate Dynamics: An Explanation for the Predictive Success of Technical Analysis. *The Journal of Finance*, 58: pp. 1791-1820, ISSN: 1540-6261. doi: 10.1111/1540-6261.00588
- OVERBY, E., CLARKE, J. Does electronic trading improve market efficiency? evidence from spatial arbitrage in the automotive market. *ICIS 2010 Proceedings - Thirty First International Conference on Information Systems*. ISBN: 978-061541898-8.
- PELUSI, D. A pattern recognition algorithm for optimal profits in currency trading. *Mathematical and Statistical Methods for Actuarial Sciences and Finance*, 2010, pp. 253-261. ISBN: 978-884701480-0.
- POLOUČEK, Stanislav. *Bankovníctví*. 1. vyd. Praha: C. H. Beck, 2006. ISBN 80-7179-462-7.

- RIBEIRO, D.R., HODGES, S.D. A contango-constrained model for storable commodity prices. *Journal of Futures Markets*, 2005, 25 (11), pp. 1025-1044, ISSN: 1096-9934.
- ROGERS, Jim. *Hot commodities: how anyone can invest profitably in the world's best market*. Paperback ed. New York: Random House Trade Paperbacks, 2007. ISBN 08-129-7371-2.
- ROSS, Joe. *Trading Spreads and Seasonals*. Cedar Park (Texas): Ross Trading Inc., 2000. ISBN 978-9768108265.
- SAVANI, R. High-frequency trading: The faster, the better?. *IEEE Intelligent Systems*, 2007 27 (4), art. no. 6285933, pp. 70-73. ISSN: 1541-1672. DOI: 10.1109/MIS.2012.75
- SEMENOV, M.A., Stratonovitch, P., Alghabari, F., Gooding, M.J. Adapting wheat in Europe for climate change (2014). *Journal of Cereal Science*, 59 (3), pp. 245-256. DOI: 10.1016/j.jcs.2014.01.006
- SHEWRY, P. R. Wheat. *Darwin Review: Exp. Bot.* (2009) 60 (6): ISBN: 1537-1553. DOI: 10.1093/jxb/erp058.
- SHIPMAN, Mark. *Komodity : jak investovat a vydělat*. Vyd. 1. Brno : Computer Press, 2007. 133 s. ISBN 978-80-251-1866-5.
- SMITH, Courtney. *Futures Spread Trading : The Complete Guide*. Greenville : Traders Press, Inc., 2000. 251 s. ISBN 0-934380-48-1.
- SORNETTE, D., WOODARD, R., ZHOU, W.X. The 2006–2008 oil bubble: evidence of speculation, and prediction. *Physica*, 2009, A 388, 1571–1576.
- SOUTHGATE, Douglas DeWitt, Douglas H. GRAHAM a Luther G. TWEETEN. *The world food economy*. 2nd ed. Hoboken, NJ: Wiley, c2011. ISBN 978-047-0593-622.
- SOYASTATS: The American Soybean Association [online]. 2015 [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://soystats.com/>
- SOYATECH. *Soya & Oilseed Bluebook: the annual directory of the world oilseed industry*. 1. Southwest Harbor: Soyatech, LLC, 2012.
- STIGLITZ, J. E. Markets, Market Failures, and Development. *The American Economic Review* 79, no. 2 (1989): 197-203. ISSN: 0002-8282.
- SWAMINATHAN, M.S., VEPA, S.S. How Can India Help Prevent Food Price Volatility? *IDS Bulletin*, 2012, 43 (SUPPL. 1), pp. 84-91. ISSN: 0265-5012 DOI: 10.1111/j.1759-5436.2012.00350.x.
- TALEB, Nassim. *Černá labuť: následky vysoce nepravděpodobných událostí*. Praha: Paseka, 2011. ISBN 978-80-7432-128-3.
- UNITED NATIONS CONFERENCE ON TRADE AND DEVELOPMENT. *Development Impacts of Commodity Exchanges in Emerging Markets: A Study by the UNCTAD Secretariat on Emerging Commodity Exchanges*. New York and Geneva, 2009, s. 232
- USDA: Economic Research Department [online]. Washington DC, 2015 [cit. 2016-01-02]. Dostupné z: <http://www.ers.usda.gov/>

- USDA: Foreign Agriculture Service [online]. Washington DC, 2015 [cit. 2016-02-21]. Dostupné z: <http://www.ers.usda.gov/>
- VANĚK, J., JAROLÍMEK, J., ADÁMEK, M. BURIS/EBS – Electronic exchange trade with agrarian commodities in the Czech Republic. *Plant, Soil and Environment*, 2006, 52 (9), pp. 431-434. ISSN: 121
- WANG, J., ZHUANG, X.-T. Empirical study on liquidity and volatility in Chinese stock market. *Dongbei Daxue Xuebao/Journal of Northeastern University*, 2006, 27 (9), pp. 1042-1045. ISSN: 1005-3026.
- WILDER, J. *New concepts in technical trading systems*. Greensboro, N.C.: Trend Research, c1978. ISBN 08-945-9027-8.
- WILLEMS, B., MORBEE, J. Market completeness: How options affect hedging and investments in the electricity sector , (2010) *Energy Economics*, 32 (4), pp. 786-795. ISSN: 01409883. DOI: 10.1016/j.eneco.2009.10.019.
- WORAKO, T.K., JORDAAN, H., VAN SCHALKWYK, H.D. Investigating volatility in coffee prices along the ethiopian coffee value chain. *Agrekon*, 2011, 50 (3), pp. 90-108. ISSN: 0303-1853. DOI: 10.1080/03031853.2011.617865
- WORLD BANK. Special Focus: Understanding El Nino: What does it mean for commodity markets. In: *The World Bank Group* [online]. Washington, DC [cit. 2016-01-27]. Dostupné z: [worldbank.org/commodities](http://worldbank.org/commodities)
- WORLD BANK: IBRD + IDA [online]. [cit. 2016-03-01]. Dostupné z: [http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=global-economic-monitor-\(gem\)-commoditiesoups/products/gsci/index.html](http://databank.worldbank.org/data/reports.aspx?source=global-economic-monitor-(gem)-commoditiesoups/products/gsci/index.html)
- WRANIK, A. Electronic trading venue peers. *Association for Information Systems - 13th Americas Conference on Information Systems*, 2007. *AMCIS 2007: Reaching New Heights*, 7, pp. 4382-4390. ISBN: 978-160423381-0
- WSA. Wisconsin Soybean Association (WSA) [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: <http://www.wisoybean.org/>
- WWF. World Wildlife Fund [online]. [cit. 2016-03-14]. Dostupné z: [http://wwf.panda.org/what\\_we\\_do/footprint/agriculture/soy/facts/](http://wwf.panda.org/what_we_do/footprint/agriculture/soy/facts/)
- ZHU, X., DEMETER, R.M., LANSINK, A.O. Technical efficiency and productivity differentials of dairy farms in three EU countries: the role of CAP subsidies (2012) *Agricultural Economics Review*, 13 (1), pp. 66-92.
- ZILBERMAN, D., HOCHMAN, G., RAJAGOPAL, D., SEXTON, S., TIMILSINA, G. The impact of biofuels on commodity food prices: Assessment of findings (2013) *American Journal of Agricultural Economics*, 95 (2), pp. 275-281. DOI: 10.1093/ajae/aas037



## 7 Seznam tabulek

Tabulka č. 1: Značení obchodních měsíců.....	23
Tabulka č. 2: Specifikace kontraktu pšenice na CBOT .....	24
Tabulka č. 3: Specifikace kontraktních měsíců .....	25
Tabulka č. 4: Výsledky strategie pro spread WK-WH .....	47
Tabulka č. 5: Specifikace kontraktu kukuřice .....	53
Tabulka č. 6: Převod kontraktu na metrický systém.....	54
Tabulka č. 7: Popisná statistika „světové produkce“ .....	55
Tabulka č. 8: Popisná statistika „oseť plocha“ .....	56
Tabulka č. 9: Procentní změna výnosu na hektar ve vybraných zemích .....	58
Tabulka č. 10: Korelační matice pro index SOI a cenu kukuřice .....	61
Tabulka č. 11: Charakteristika ZC close LT daily 1995 - 2015 .....	68
Tabulka č. 12: Charakteristika ZC close LT weekly 1995 - 2015 .....	69
Tabulka č. 13: Charakteristika SP500 close LT weekly 1995 - 2015.....	69
Tabulka č. 14: Charakteristika SPGSCI close LT weekly 1995 - 2015 .....	69
Tabulka č. 15: Korelační matice SP500, SPGSCI a ZC .....	71
Tabulka č. 16: Charakteristika M1 .....	72
Tabulka č. 17: Charakteristika M2 .....	73
Tabulka č. 18: Tempo růstu M1, M2 a ZC .....	73
Tabulka č. 19: OLS model kukuřice.....	83
Tabulka č. 20: ARCH TEST.....	84
Tabulka č. 21: ARCH (5) model.....	85
Tabulka č. 22: GARCH (1,1) model.....	86
Tabulka č. 23: TARARCH model.....	87
Tabulka č. 24: EGARCH model.....	88
Tabulka č. 25: Hodnocení sériové korelace – čtverce reziduí .....	89
Tabulka č. 26: ARCH LM test.....	90
Tabulka č. 27: Charakteristika volume .....	99
Tabulka č. 28: Specifikace futures kontraktu pšenice .....	102

Tabulka č. 29: Vztahy pro převod na metrický systém .....	103
Tabulka č. 30: Charakteristika „Osetá plocha“ .....	104
Tabulka č. 31: Charakteristika „Produkce“ .....	105
Tabulka č. 32: Vývoj průměrných výnosů (1995 – 2014).....	106
Tabulka č. 33: Charakteristika cen pšenice .....	112
Tabulka č. 34: Srovnání ukazatelů HVOL(14).....	119
Tabulka č. 35: OLS model pšenice.....	119
Tabulka č. 36: ARCH LM test.....	121
Tabulka č. 37: ARCH (1) model.....	122
Tabulka č. 38: GARCH(1,1) model.....	123
Tabulka č. 39: TARARCH Model .....	123
Tabulka č. 40: EGARCH model .....	124
Tabulka č. 41: Hodnocení sériové korelace – čtverce reziduí .....	125
Tabulka č. 42: ARCH LM test.....	125
Tabulka č. 43: Specifikace kontraktu sójových bobů .....	135
Tabulka č. 44: Vztahy pro převod na metrický systém .....	135
Tabulka č. 45: Charakteristika „produkce“.....	137
Tabulka č. 46: Charakteristika „osetá plocha“.....	138
Tabulka č. 47: Vývoj průměrných výnosů (1995 – 2014).....	140
Tabulka č. 48: Charakteristika cen sóji.....	144
Tabulka č. 49: Srovnání HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (1996 – 2015) .....	149
Tabulka č. 50: OLS model sójových bobů .....	150
Tabulka č. 51: ARCH LM test.....	151
Tabulka č. 52: ARCH(1) model.....	152
Tabulka č. 53: GARCH(1,1) model.....	152
Tabulka č. 54: TARARCH model.....	153
Tabulka č. 55: EGARCH model .....	154
Tabulka č. 56: Sériová korelace – čtverce reziduí .....	154
Tabulka č. 57: ARCH LM test.....	155
Tabulka č. 58: Průměrné volume a open interest pro ZC, ZW a ZS .....	163

## 8 Seznam grafů

Graf č. 1: Produkce kukuřice dle kontinentu .....	54
Graf č. 2: Vývoj celkové produkce a oseté plochy .....	55
Graf č. 3: 10 nejvýznamnějších producentů kukuřice .....	57
Graf č. 4: Vývoj průměrného výnosu kukuřice .....	58
Graf č. 5: Největší světoví vývozci kukuřice.....	59
Graf č. 6: Vývoj ukazatele HVOL(14) a SOI .....	61
Graf č. 7: Největší spotřebitelé kukuřice .....	62
Graf č. 8: Největší dovozci kukuřice .....	63
Graf č. 9: Užití kukuřice v USA .....	64
Graf č. 10: Produkce ethanolu, kukuřice a vývoj cen.....	65
Graf č. 11: Vývoj cen kukuřice 1995 - 2015 .....	66
Graf č. 12: Vývoj ZC, SP500 a SPGSCI close LT weekly 1995 - 2016 .....	70
Graf č. 13: Vybrané komoditní indexy WB 1995 - 2015 .....	71
Graf č. 14: Vývoj agregátů M1 a M2 v USA 1995 - 2015 .....	72
Graf č. 15: Vývoj průměrné roční ceny a zásob kukuřice 1995 - 2015.....	73
Graf č. 16: Historické výnosy a cena kukuřice 1995 - 2015.....	75
Graf č. 17: ZC LT daily a ATR 1995 - 2015 .....	76
Graf č. 18: HVOL(14) a ZC 1995 - 2015 .....	77
Graf č. 19: ATR a HVOL(14) 1995 - 2015 .....	77
Graf č. 20: HVOL(14) v trhu ZC 1995 - 2015.....	78
Graf č. 21: ZC a HVOL(14) 1996 - 2000 .....	79
Graf č. 22: ZC a HVOL(14) 2001 - 2005 .....	80
Graf č. 23: ZC a HVOL(14) 2005 - 2010 .....	81
Graf č. 24: ZC a HVOL(14) 2011 - 2015 .....	82
Graf č. 25: Rezidua modelu OLS.....	83
Graf č. 26: Rozdělení reziduí.....	90
Graf č. 27: Statický odhad .....	91
Graf č. 28: Dynamická predikce .....	92

Graf č. 29: GARCH(1,1) a cenový vývoj ZC .....	92
Graf č. 30: Identifikace zvýšené volatility pro roky 1995 -2015 .....	93
Graf č. 31: Identifikace volatility pro jednotlivé kalendářní měsíce .....	95
Graf č. 32: Zvýšená volatilita dle měsíců v letech 1995 - 2015 .....	95
Graf č. 33: HVOL(14) pro jednotlivé kontrakty 2006 - 2015 .....	96
Graf č. 34: HVOL(14) a volume pro jednotlivé kontrakty .....	97
Graf č. 35: Likvidita jednotlivých kontraktů .....	97
Graf č. 36: Volume a close kukuřice .....	98
Graf č. 37: Upravené volume, OI a ZC 1995 - 2015 .....	99
Graf č. 38: Volume a HVOL(14) kukuřice 1995 -2015 .....	100
Graf č. 39: Produkce pšenice dle kontinentu (2014) .....	103
Graf č. 40: Produkce a osetá plocha pšenice (svět v t a ha, 1995 – 2014).....	104
Graf č. 41: Největší producenti pšenice (2014) .....	105
Graf č. 42: Průměrný výnos pšenice (v t/ha, 1995 – 2014) .....	106
Graf č. 43: Nejvýznamnější vývozcí (2014) .....	107
Graf č. 44: Státy EU dle produkce pšenice (2014) .....	108
Graf č. 45: Státy EU dle výnosu pšenice (v t/ha, 2014).....	109
Graf č. 46: Užití pšenice v EU (2014) .....	109
Graf č. 47: Nejvýznamnější spotřebitelé pšenice.....	110
Graf č. 48: Nejvýznamnější dovozcí pšenice.....	111
Graf č. 49: Ceny kukuřice a pšenice (1995 – 2015) .....	112
Graf č. 50: Ceny pšenice a kukuřice (1996 – 2000) .....	113
Graf č. 51: Ceny pšenice a kukuřice (2001 – 2005) .....	114
Graf č. 52: Ceny pšenice a kukuřice (2006 – 2010) .....	115
Graf č. 53: Ceny pšenice a kukuřice (2011 – 2015) .....	116
Graf č. 54: Stock to use ratio a cena pšenice (1995 – 2015).....	116
Graf č. 55: Historické výnosy a cena pšenice .....	117
Graf č. 56: Cena pšenice a ATR (1995 – 2015).....	118
Graf č. 57: HVOL(14) pšenice a kukuřice (1995 – 2015).....	118
Graf č. 58: Rezidua OLS modelu.....	120

Graf č. 59: Rozdělení reziduí.....	126
Graf č. 60: Statická predikce.....	127
Graf č. 61: TARARCH model a ceny pšenice (2005 – 2015).....	128
Graf č. 62: Dny zvýšené volatility (1995 – 2015) .....	128
Graf č. 63: Měsíce dle volatility .....	129
Graf č. 64: Souhrn volatility pro jednotlivé měsíce a roky.....	130
Graf č. 65: Volatilita pro jednotlivé kontrakty .....	130
Graf č. 66: HVOL(14) a volume pro jednotlivé kontrakty .....	131
Graf č. 67: Likvidita jednotlivých kontraktů .....	132
Graf č. 68: Produkce sóji dle kontinentu (2014).....	136
Graf č. 69: Produkce a osetá plocha sóji (svět v t a ha, 1995 – 2014).....	137
Graf č. 70: Nejvýznamnější producenti sóji (2014).....	138
Graf č. 71 Průměrný výnos sóji (v t/ha, 1995 – 2014).....	139
Graf č. 72: Nejvýznamnější vývozců sóji (2014) .....	140
Graf č. 73: Nejvýznamnější spotřebitelé sóji.....	141
Graf č. 74: Nejvýznamnější dovozci sóji.....	142
Graf č. 75: Srovnání cen ZC, ZW a ZS .....	143
Graf č. 76: Stock to use ratio a cena sóji (1995 – 2015).....	145
Graf č. 77 ATR a cena sóji (1995 – 2015).....	145
Graf č. 78: Srovnání HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (1995 - 2015).....	146
Graf č. 79: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (1996 – 2000).....	147
Graf č. 80: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (2001 - 2005) .....	147
Graf č. 81: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (2006 - 2010) .....	148
Graf č. 82: HVOL(14) pro ZW, ZC a ZS (2011 - 2015) .....	149
Graf č. 83: Rezidua modelu OLS.....	150
Graf č. 84: TARARCH model a ceny sóji (2005 – 2015).....	155
Graf č. 85: Rozdělení reziduí.....	156
Graf č. 86: Statická predikce.....	156
Graf č. 87: Průměrné HVOL(14) pro jednotlivé roky ZS 1995 -2015 .....	157
Graf č. 88: Dny zvýšené volatility v letech 1995 – 2015 .....	158

Graf č. 89: Průměr HVOL(14) pro jednotlivé měsíce .....	158
Graf č. 90: Měsíce dle počtu dní zvýšené volatility .....	159
Graf č. 91: Souhrn volatility pro jednotlivé měsíce a roky.....	160
Graf č. 92: Volatilita pro jednotlivé kontrakty .....	160
Graf č. 93: HVOL(14) a volume pro jednotlivé kontrakty .....	161
Graf č. 94: Likvidita jednotlivých kontraktů .....	162
Graf č. 95: Volume ZC, ZS a ZW (1995 – 2015).....	162
Graf č. 96: Open interest pro ZC, ZS a ZW (1995 – 2015).....	163