

Univerzita Karlova v Praze
Matematicko-fyzikální fakulta
BAKALÁŘSKÁ PRÁCE



Lucie Kvardová

Komoditní obchodování

Katedra pravděpodobnosti a matematické statistiky

Vedoucí bakalářské práce: Doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.

Studijní program: Matematika

Studijní obor: Finanční matematika

2007

Chtěla bych poděkovat svému vedoucímu za ochotnou pomoc s výběrem literatury. Dále také svému otci za zodpovězení veškerých otázek, které se při psaní bakalářské práce vyskytly a za propůjčenou literaturu.

Prohlašuji, že jsem svou bakalářskou práci napsala samostatně a výhradně s použitím citovaných pramenů. Souhlasím se zapůjčováním práce a jejím zveřejňováním.

V Praze dne

Lucie Kvardová

Obsah

ÚVOD	5
1. BURZA CENNÝCH PAPÍRŮ A KOMODITNÍ BURZA	6
1.1. DĚLENÍ BURZOVNÍCH OBCHODŮ	6
1.2. PRŮBĚH PŘÍMÉHO TERMÍNOVÉHO OBCHODU	7
2. OBCHODOVÁNÍ S KOMODITAMI	8
2.1. KOMODITY.....	8
2.2. PRINCIP OBCHODOVÁNÍ	8
2.3. DRUHY OBCHODOVÁNÍ	9
2.4. OCEŇOVÁNÍ	10
3. KLASICKÁ ANALÝZA GRAFŮ	11
3.1. ČÁROVÝ GRAF	11
3.2. TREND	12
3.3. PODLAHA A STROP (S/R).....	13
3.4. MEZERA.....	14
4. FORMACE V GRAFECH	16
4.1. DVOJITÝ VRCHOL A DVOJITÉ DNO	16
4.2. HLAVA A RAMENA	17
5. TECHNICKÁ ANALÝZA	18
5.1. KLOUZAVÉ PRŮMĚRY	18
5.2. STOCHASTICKÉ MODELY	20
6. NCSS	25
6.1. KLOUZAVÉ PRŮMĚRY	25
6.2. EXPONENCIÁLNÍ VYROVNÁNÍ	26
6.3. NÁVRH ARMA MODELU PRO ODHADNUTÍ VÝVOJE DO BUDOUCNA	28
ZÁVĚR	31
ODKAZY NA KOMODITNÍ BURZY	32
ZKRATKY PRO JEDNOTLIVÉ KONTRAKTNÍ MĚSÍCE	33
UKÁZKY VYBRANÝCH MARGINŮ	33
HODNOTY TICKU	34
SEZNAM OBRÁZKŮ	35
LITERATURA	36

Název práce: Komoditní obchodování
Autor: Lucie Kvardová
Katedra (ústav): Katedra Pravděpodobnosti a Matematické Statistiky
Vedoucí bakalářské práce: : Doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.
E-mail vedoucího: Jan.Hurt@mff.cuni.cz

Abstrakt: V předložené práci studujeme principy komoditního obchodování. Práce se opírá o základní pojmy, které s tímto druhem obchodování na burze přímo souvisí a vysvětluje jejich význam. Jsou zde popsány jednotlivé strategie obchodování, jak na základě studie klasické analýzy grafů, tak i z hlediska technické analýzy, která zkoumá napozorované hodnoty vývoje dané komodity (tzv. časovou řadu) a snaží se popsat jejich vývoj do budoucna pomocí různých stochastických modelů. Na konci této práce jsou dané modely navrženy pomocí reálných dat v programu NCSS.

Klíčová slova: komoditní obchodování, stochastické modely, oceňování, trend

Title: Commodity trading
Autor: Lucie Kvardová
Department: Department of Probability and Mathematical Statistics
Supervisor: Doc. RNDr. Jan Hurt, CSc.
Supervisor's e-mail address: Jan.Hurt@mff.cuni.cz

Abstract: In the present work we study principles of a commodity trading. The work insists on basic notions which directly relate to this kind of trade and it explains also meaning of these words. Particular trading strategies descriptions are given, based both on classical graph analysis aspect which examines observed development values of a given commodity (so-called time serie) and it tries to describe a further development in the future by force of various stochastic models. In the end of the paper, given models are designed on real data sets basis in a programme NCSS.

Keywords: commodity trading, stochastic models, pricing, trend

Úvod

Komodity, jednoduché slovo, které může zcela změnit život člověka a vydělat mu nemalé peníze. V našich končinách je tento pojem stále pro mnoho lidí zcela neznámý. Ve světě je již komoditní obchodování, nebo tzv. trading, dobrým nástrojem, jak zhodnotit peníze. Důkazem jsou tomu skuteční lidé, kteří dokázali na trzích vydělat nepředstavitelné peníze doslova ze dne na den. Jako každé podnikání i toto nese svá rizika. Obecně, je z dlouhodobého hlediska statisticky podloženo, že 80% podnikání skončí do pěti let. Poměr 80:20 se objevuje i zde, ale s rozdílem, že riziko ztráty je zde podstatně vyšší. Při špatném money managementu, neboli strategii obchodování, může totiž rapidní růst nastat i do záporných hodnot a tehdy neztratíte jen svůj vklad, nýbrž i mnohem více. Účelem každého spekulanta je určit, jakým směrem se trh bude vyvíjet a podle toho vydá příkaz buď koupit nebo prodat. Výkyvy na komoditních trzích jsou z velké části zcela náhodné a tudíž i rizikové. Existují však různé nástroje, které odhadují přibližný budoucí vývoj a těmi se v této práci budeme zabývat. Základem dobrého obchodního systému je několik faktorů, které by měl obchodník brát v úvahu. Mezi tyto faktory náleží zkoumání poznání psychologie davu, technická analýza grafů doplněna o užitečné indikátory, risk management (pravděpodobnost zisku) a v neposlední řadě vlastní sebekázeň, disciplína a schopnost přijímat ztráty.

1. Burza cenných papírů a komoditní burza

Burza je zvláštním druhem trhu, kde dochází ke shromáždění obchodníků. Ti uskutečňují prodej a koupi zboží, které není fyzicky na trhu přítomno. Prvně zastávaly trhy funkci nepravidelných veřejných shromáždění kupců a živnostníků. Tato shromáždění byla spojena zejména s církevními slavnostmi, kde kupci nabízeli své zboží „in natura“ obyvatelstvu. Burza, jako zvláštní druh trhu vzniká, až když se na trhu objevuje zastupitelné zboží. Zpočátku to byly cenné papíry ve formě směnky. První období vzniku a vývoje burz v Evropě začíná ve 12. a 13. století v italských městech jako např. Lucca, Janov, Florencie, Benátky a Milán. Zde se ještě nepoužíval pojem burza, ale loggie. Pojem burza se začal používat až později v belgických Bruggách. Ve 20. století vzrůstá význam velkých mezinárodních burz se zbožím termínovým (tzv. futures). V roce 1848 vznikla v Chicagu první komoditní burza CBOT, kde se začalo obchodovat s komoditami rostlinné výroby. Roku 1980 se začaly obchodovat akciové indexy – mezi nejobchodovatelnější komodity světa patří např. S&P 500. V dnešní době k nejdůležitějším americkým komoditním burzám řadíme **CME** (Chicago Mercantile Exchange), **CBOT** (Chicago Board Of Trade), **NYMEX** (New York Mercantile Exchange) nebo **NYBOT** (New York Board Of Trade).

1.1. Dělení burzovních obchodů

Podle zákona č. 229/1992 Sb. se *burzovním obchodem* na komoditní burze míní koupě a prodej komodit osobami oprávněnými k burzovním obchodům. Obchody jsou sjednávány na burze v místnostech a hodinách určených pro burzovní shromáždění. Popřípadě i mimo burzu, za podmínek určených tímto zákonem a statutem. Podmínkou je, že cena z tohoto obchodu musí být zaznamenána příslušným orgánem burzy. Burzovního shromáždění se nemůže účastnit každý, pouze osoby k tomu oprávněné (burzovní zaměstnanci a úředníci, úřední osoby reprezentující orgán státního dozoru, úřední zprostředkovatelé burzovního obchodu - makléři, návštěvníci burzy).

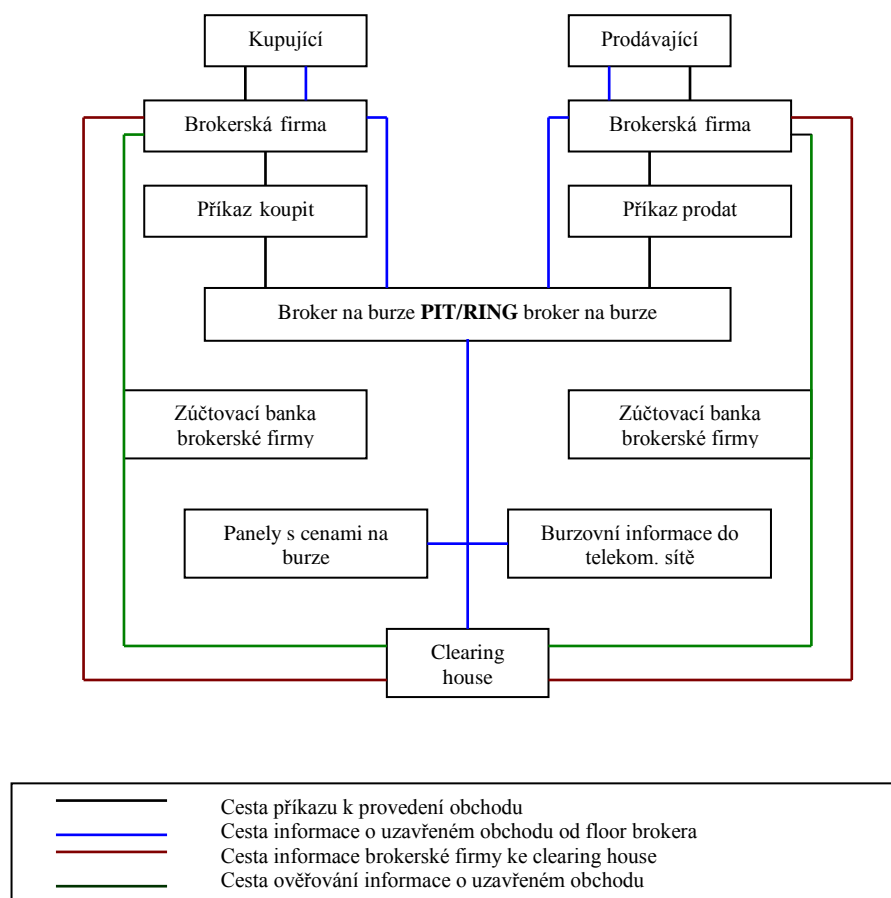
Burzovní obchody podle doby plnění

- a) *obchody promptní*: plnění smlouvy následuje bezprostředně nebo velmi krátce po jejím uzavření
- b) *obchody lhůtní*: mezi uzavřením smlouvy a jejím splněním uplyne určitá delší lhůta
 - *dodávkové*, kdy stranám jde o reálné splnění smlouvy, ale je posunuta časově pouze doba dodání
 - *spekulační*, kde stranám nejde o splnění smlouvy, ale o získání prospěchu vyvolaného pohybem kurzů. Spekulační obchody se objevují v obchodech termínových a jsou podstatou komoditního obchodování.

1.2. Průběh přímého termínového obchodu

Obchod na burze může uzavřít pouze její člen. Pokud by chtěl obchodovat někdo jiný, musí si u brokerské firmy (*broker house*) otevřít účet (*spekulační konto*), kam složí stanovenou zálohu na obchod (*margin*). Zálohy, které vyžadují brokeři jsou o něco vyšší než originál margin, kterou sami platí. Sníží-li se hodnota otevřené pozice tak, že zaplacená záloha nekryje ztrátu, je broker oprávněn požadovat zaplacení doplatku (*margin call*). V úřadu brokera se příkaz opatří číslem konta a číslem příkazu a zanese se do předepsaného formuláře. Zde se uvede i časový okamžik, kdy příkaz došel. Úřad předá příkaz telefonem na burzu, kde je o tom kroku opět učiněn písemný záznam. Prostřednictvím posla (*runner*) je příkaz dopraven k floor brokerovi, který stojí na příslušném stanovišti (*pit*), ve vymezeném prostoru burzovního sálu. Zde, v prostoru vyhrazeném pro uzavírání burzovních obchodů (*ring*), broker vyplní (*exekuuje*) váš příkaz. Za zprostředkování každého jednotlivého obchodu musí zákazník zaplatit brokerovi odměnu (*brokerage*). Platí se až po zrealizování celé transakce.

POZNÁMKA. Otevřená pozice je zaujetí pozice vstupem do obchodu (*opening transaction*) a následuje uzavření protiobchodu tj. zrušení smluvní pozice.



OBR. 1 Průběh obchodu na burze

2. Obchodování s komoditami

2.1. Komodity

Historie komoditních obchodů sahá až hluboko do historie, k 6000 let staré Číně. První dochované doklady byly však nalezeny v 17. století v Japonsku, kdy farmáři na rýžových polích potřebovali základní kapitál, ze kterého by financovali svou zemědělskou činnost. Předem dohodnutou cenou si zajišťovali jistý výdělek.

Obchodování s komoditami (surovinami) je v českých poměrech označováno jako „termínové obchodování“. Znamená to, že každá surovina je obchodována s termínem dodání (tzv. *futures kontrakt*). Na základě smlouvy je dodavatel povinen dodat kupci do určitého data jisté množství dané standardizované suroviny za předem stanovenou cenu. Obchody jsou zaměřené na realizaci zisku založeného na rozdílu cen v době koupě a prodeje zboží.

Každý futures kontrakt obsahuje název dané obchodované komodity, termín dodání a ještě tzv. LTD a většina i FND. **FND** (*first notice day*) je den, kdy budete upozorněni, že vlastníte kontrakt na nákup komodity. Pokud ale tento kontrakt neprodáte, a tím neuzavřete danou otevřenou pozici, budete muset zanedlouho převzít závazek. To v praxi znamená, že musíte převzít dodávku komodity v plném rozsahu. **LTD** (*last trading day*) je posledním dnem, kdy má obchodník ještě šanci prodat svůj kontrakt, a tím se zbavit závazku.

2.2. Princip obchodování

Pod pojmem *spekulační obchod* (kupní smlouva), máme na mysli obchody tzv. spekulantů neboli subjektů, které nakupují a prodávají komodity s úmyslem realizovat zisk daný pohybem kurzů zboží. Účastník uzavírá smlouvu ne za účelem reálného plnění smlouvy, nýbrž chce dosáhnout zisku. Spekulační obchody jsou nejčastější na komoditních burzách, protože kurzy komodit podléhají větším výkyvům než kurzy cenných papírů. Každý obchod se uskutečňuje prostřednictvím *brokera*, který pro nás příslušný kontrakt koupí nadané burze. Obchod je založen na tzv. *pákovém efektu* (*leverage*), který umožňuje spekulantovi s poměrně nízkým kapitálem účast na obchodech velkého rozsahu. Smluvní strany platí jen zálohu (tzv. *margin*) ve výši 5 – 15 % ceny kontraktu, ale podílejí se jí na pohybu ceny celého kontraktu. Malý pohyb v ceně komodity pak může přinést velký zisk (nebo také ztrátu). Jinak řečeno, s malou zálohou může obchodník po neomezeně dlouhou dobu kontrolovat velký balík peněz. Každý člověk může spekulovat (tipovat) na burze, jak se cena dané komodity bude měnit a na základě svého rozhodnutí může komoditní futures kontrakt nakoupit nebo prodat. Komoditní business je vysoce likvidní, tudíž téměř vždy se najde někdo, kdo je ochoten za vámi stanovenou cenu prodat či koupit.

2.3. Druhy obchodování

Na komoditních trzích se obvykle objevují dvě skupiny obchodníků, tzv. *hedgers*, kteří se zajímají o koupi dané komodity a snaží se vyhnout riziku změny cen. A *spekulanti*, kteří se snaží profitovat tím, že předpovídají pohyb cen na trhu. Nikdy však danou komodity fakticky nepřevězmou. Obchody spekulantů se dají rozlišit podle několika kritérií:

Podle kritéria pro analýzu trhu

- a) *Fundamentální obchodník*: se při svém rozhodování řídí nabídkou a poptávkou po dané komoditě, sleduje vývoj počasí, globální ekonomiku atd. Zpravidla, věnují tito spekulanti hodně času studiu a zaměřují se na malé množství komodit.
- b) *Technický obchodník*: jeho rozhodnutí vychází ze studie grafů, pracuje s matematickými modely a indikátory, zkoumá cenový vývoj na základě psychologie davu

Podle časového horizontu

- a) *Poziční obchodník*: setrvává v obchodě po dobu delší než jeden den (dny, týdny, měsíce či roky). Jeho strategie může být formou tzv. sezónních cyklů. Vždy však prvotně pracuje s denními, týdenními nebo měsíčními grafy.
- b) *Intradenní obchodník*: drží své pozice jen několik minut, či hodin a pracuje s 1, 2, 5, 15 a 30 minutovými grafy. Svůj obchodní den začíná otevřením trhů a končí jejich zavřením.

Podle jednotlivých způsobů vstupu na trh

Tito obchodníci jsou označováni podle různých domácích zvířat. Tento odkaz pochází z minulosti, kdy na okraji poloostrova Manhattan byla postavena zeď, Wall Street, aby zabraňovala těmto domácím zvířatům utéct mimo kolonii.

V komoditním obchodování se dají vydělávat peníze, ať jde cena komodity nahoru nebo dolů.

- a) *Long obchodník* (býk – „bull“ – „haussier“): nachází se v tzv. dlouhé pozici a kontrakt nakupuje, tudíž očekává, že cena vzroste.
- b) *Short obchodník* (medvěd – „bear“ – „baissier“): nejprve kontrakt prodá (aniž by ho kdykoliv vlastnil), tudíž spekuluje na pokles cen. Pokud cena bude opravdu klesat, bude vydělávat.

2.4. Oceňování

Komodity se liší tím, jak velké cenové zvraty mohou během jednoho dne nastat (*volatilita dne*). Cenové výkyvy se každý den navzájem liší, na některých trzích se cena jednoho kontraktu může změnit za jediný den i o několik tisíc dolarů (velmi volatilní den), jinde pouze v řádech stovek dolarů (mírně volatilní den). Ale co to vlastně cena je? A proč je zrovna taková, jaká je?

Cena, slovo, které je pro tradera nesmírně důležité. Pokud trader neumí definovat cenu, pak neví co analyzuje. Laicky řečeno, cena je to, co je ochoten zaplatit největší „blázen“ na trhu. Cena je průběžným průměrem nabídky a poptávky a každá reprezentuje okamžitou shodu na hodnotě mezi kupci, prodejci a nerozhodnutými tradery ve chvíli obchodu. Za každou formaci zobrazenou v grafech stojí masa traderů a jejich rozhodnutí, jedná se o tzv. *psychologii davu*.

Budoucí cena futures obchodu je odhadnutelná těmito vzorci:

$$F_t = S_t(1+r)^{(T-t)}$$

Při spojitém složeném úročení:

$$F_t = S_t e^{r(T-t)}$$

OZNAČENÍ. S_t je cena podkladového aktiva v čase t do doby splatnosti T při bezrizikové úrokové míře r .

Při termínovaném obchodu může také nastat bezriziková ztráta nebo zisk v souvislosti s neexistující arbitráží. Z daného aktiva mohou po určitou dobu plynout dividendy nebo naopak je třeba vynaložit dodatečné náklady na uskladnění. Pak budoucí cena futures vypadá takto:

$$F_t = S_t e^{(r-y)(T-t)}$$

POZNÁMKA. Při $y > 0$ se jedná o dividendy a v případě $y < 0$ hovoříme o dodatečných nákladech.

POZNÁMKA. Z praktického hlediska není možné cenu vývoje dané komodity přesně určit. Je možné se jí přiblížit pomocí matematických a pravděpodobnostních modelů, ale záleží také na správném *money-managementu každého* obchodníka. Je to schopnost přijímat malé ztráty v řadě za sebou s očekávaným následným několikanásobným ziskem. V angličtině je strategie označována rčením " *Cut your losses soon, let your profits run*". Obchodník musí mít ale také dostatečně pevnou vůli ztráty přijmout dříve, než narostou do velkých ztrát a naopak nechat zisky růst tak dlouho, dokud je to jenom možné.

Musíte pracovat na tom, aby jste dokázali přijmout, že v obchodování, narozdíl od reálného světa, není třeba být vždy v každém ohledu perfektní a jen inkasovat zisk. Nejlépe vše vystihuje přísloví "velkých" obchodníků:

"Cesta k pohádkovému bohatství vede skrze nekonečné množství malých ztrát."

3. Klasická analýza grafů

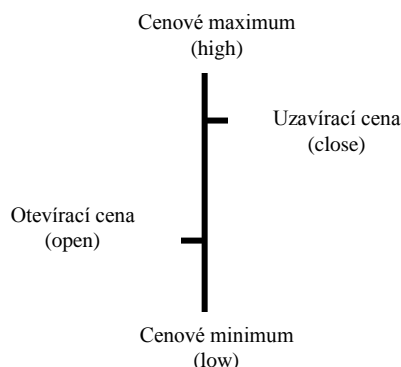
Komodity je třeba nakupovat a prodávat s rozvahou, proto existují jisté technické formace a ukazatele, které říkají obchodníkovi, kdy do trhu vstoupit a kdy naopak z něj vystoupit tak, aby byla nastala velká pravděpodobnost, že obchod bude ziskový. Grafy všech komodit vypadají velmi podobně, ale když je však začnete zkoumat do hloubky, narazíte na několik zásadních rozdílů.

Odlišnost grafů spočívá v nejmenší jednotce, o kterou se může cena kontraktu změnit oproti původní. Této jednotce říkáme *tick*. Hodnota ticku pro jednotlivé komodity je různá a je historicky definovaná ve specifikacích kontraktu.

Hodnota ticku na kontrakt je druhá podstatná informace, která každého obchodníka zajímá. Jinými slovy, jak se změní cena pozice pokud se cena kontraktu pohne o jeden tick. Také tuto hodnotu naleznete pro nejčastější komodity v příložené tabulce.

3.1. Čárový graf

Většina obchodníků pracuje s *histogramy* (čárkovými grafy – tzv. bar chart), které interpretují nejvyšší, nejnižší, otevírací a zavírací ceny v dané periodě spolu s objemy obchodů (volume). Každá čárka (tzv. svíčka) poskytuje informaci o rovnováze sil mezi býky a medvědy. *Otevírací ceny* jsou určovány amatéry, jejichž příkazy se nenakumulovaly přes noc a zaplavily trh následující ráno. *Zavírací ceny* jsou většinou stanoveny profesionály, kteří obchodují v průběhu celého dne a označují výsledek boje mezi býky a medvědy. *Nejvyšší hodnota* každé čárky označuje maximální sílu býků během dne. *Nejnižší bod* značí maximální sílu medvědů.



OBR. 2 Cenová úsečka grafu skládající se z open-high-low-close

3.2. Trend

Příznivci technické analýzy studují trh a snaží se rozpoznat opakující se *cenový trend*. Jejich cílem je obchodovat, když se takový trend objeví, při vysokých cenách prodávají a při nízkých krátké pozice uzavírají. Trend existuje, když ceny dlouhodobě rostou nebo klesají.

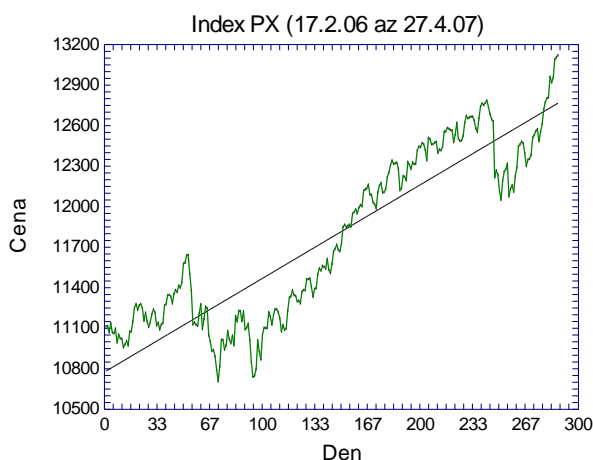
- Rostoucí trend: každý cenový nárůst dosahuje vyšších cenových hodnot než nárůst předchozí (higher high) a každý pokles se zastaví na vyšší hladině než předchozí (higher low).
- Klesající trend: každý pokles je větší než předchozí (lower low) a každý růst dosáhne nižší hladiny než předcházející (lower high).
- Trend do strany (netrendující): většina cenových nárůstů se zastaví na téměř stejné hladině a poklesy ztrácejí svou sílu na přibližně stejné cenové úrovni.

Analyticky lze trend popsat následující rovnicí:

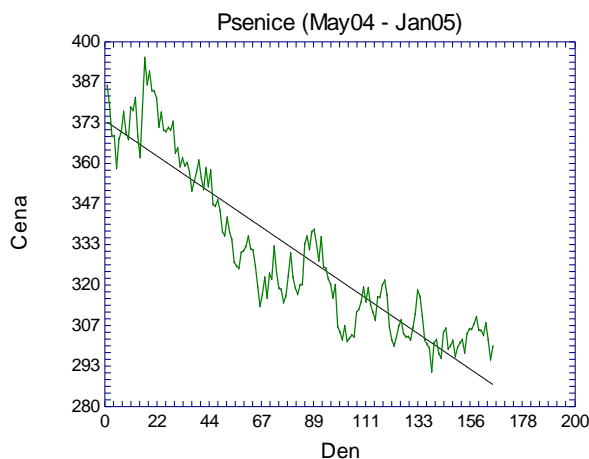
$$X_t = T_t + e_n, \quad t = 1, \dots, n$$

OZNAČENÍ. X_1, \dots, X_n časová řada (soubor pozorování uskutečněných v pravidelných časových intervalech), T_t je trend a e_n je chybový člen (náhodná složka).

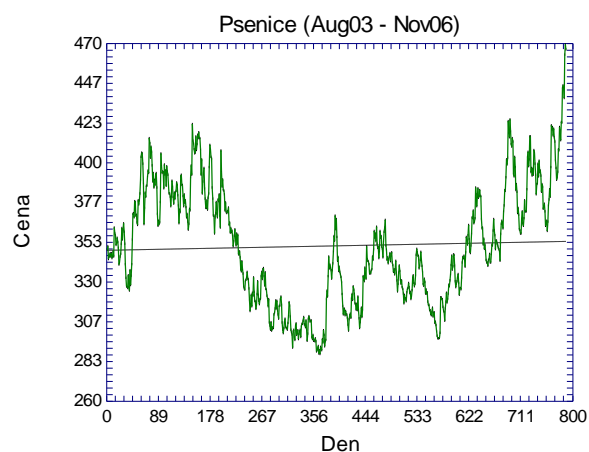
POZNÁMKA. V případě lineárního trendu, tj. proložení přímkou, je $T_t = \beta_0 + \beta_1 t$. Parametry odhadneme pomocí metody nejmenších čtverců ($\min \sum_{t=1}^n e_t^2$) a předpovědi do budoucna zjistíme z rovnice $\hat{X}_t = T_t$ pro $t = n + 1, \dots$



OBR. 3 Rostoucí trend (modelováno v NCSS na reálných datech)



OBR. 4 Klesající trend (modelováno v NCSS na reálných datech)



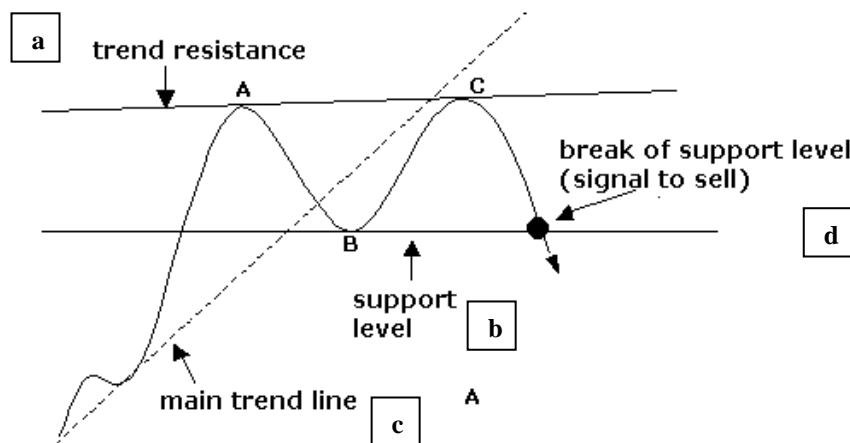
OBR. 5 Trend do strany (modelováno v NCSS na reálných datech)

3.3. Podlaha a strop (S/R)

Podlaha (support) je cena, pod kterou nikdo nechce prodávat. Jedná se o spodní hranici, kterou jsou obchodníci schopni přijmout jako minimální. Když se klesající trend dotkne supportu, odrazí se od něj vzhůru. Support je v grafu znázorněn horizontální křivkou spojující cenová dna.

Strop (rezistance) je nejvyšší cena, kterou je většina obchodníků ochotna zaplatit za nákup dané komodity. Když se rostoucí trend dotkne rezistence, odrazí se zpět dolů. Rezistence je na grafu znázorněna horizontální křivkou spojující cenové vrcholy.

V této formaci je velmi důležitá délka trvání hranice, čím více dnů cena stagnuje, tím pevnější je bariéra. Trh se může od S/R buď odrazit nebo jej prorazit. V obou dvou případech následuje výrazný pohyb.



OBR. 6 a) trend stropu b) úroveň podlahy c) hlavní trendová přímka d) bod prolomení hranice podlahy

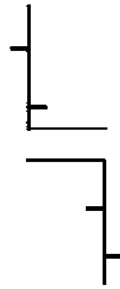
3.4. Mezera

Mezera (gap) je formace dvou sousedících svíček, kdy dno jedné z nich je výše než vrchol druhé. Znamená to, že na určité cenové hladině nedošlo k žádné obchodní transakci. Vznik mezery je často způsoben vyhlášením nepříznivé zprávy o dané komoditě či společnosti. Všechny mezery mohou být rozděleny do čtyř základních skupin:

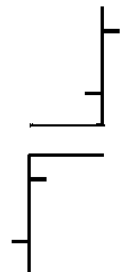
- a) Běžné (common): objevují se na klidných netrendujících trzích. Vznikají ve futures kontraktech v důsledku zpožděných dodávek. Při růstu cen nejsou běžné mezery následovány žádnými novými high (při poklesu žádnými novými low). Běžné mezery jsou pro obchodování nejméně užitečné.
 - a. Pravidla obchodování. Obchodujte proti mezerám. Když ceny vytvoří mezeru směrem vzhůru, prodávejte. Uzavřete prodeje na spodní straně mezery. Když ceny vytvoří tuto mezeru směrem dolů, vstupte do dlouhé pozice. Zadejte příkaz k prodeji na horním okraji mezery .

- b) Održené neboli průlomové (breakway): objevují se, když ceny na velkém objemu obchodů vzrostou a začne tak nový trend. Održená mezera shora dolů je většinou následována novými high v několika vrstvách a mezeru zdola nahoru provází vznik série nových low. Den vzniku održené mezery se vyznačuje velkým nárůstem objemu obchodů.
 - a. Pravidla obchodování. Jestliže ceny vytvořily mezeru směrem vzhůru, nakupte a při klesajícím trendu, prodávejte. Platná održená mezera se téměř nikdy neuzavře.

- c) *Pokračující neboli únikové (continuation)*: Objevují se uprostřed silného trendu, který pak pokračuje, aby dosáhl nových high (low), aniž by mezeru uzavřel. Mezery vyjadřují novou vlnu síly dominantní skupiny na trhu. Pokračující mezera může pomoci odhadnout, jak dlouho se bude trend prosazovat. Změřte vertikální vzdálenost od začátku trendu k mezeře a pak ji zakreslete od mezeru ve směru trendu.
- a. Pravidla obchodování. Stejná jako u odtržené mezeru.
- d) *Vyčerpané (exhausted)*: Mezery nejsou následovány žádnými novými high v rostoucím trendu ani novými low v klesajícím trendu. Ceny se rozvíří a pak mezeru uzavřou. Tyto mezery se objevují na konci trendu.
- a. Pravidla obchodování. Vyčerpané mezery nabízejí atraktivní příležitosti, protože jsou často doprovázeny prudkými cenovými zvraty. Když rozpoznáte vznik mezeru v rostoucím trendu, prodejte. Zůstaňte v krátkých pozicích, dokud ceny pokračují v dosahování nových low a uzavřete své pozice následující den poté, kdy ceny už dalšího low nedosáhnou. Při klesajícím trendu naopak.



OBR. 7 Mezera směrem dolů



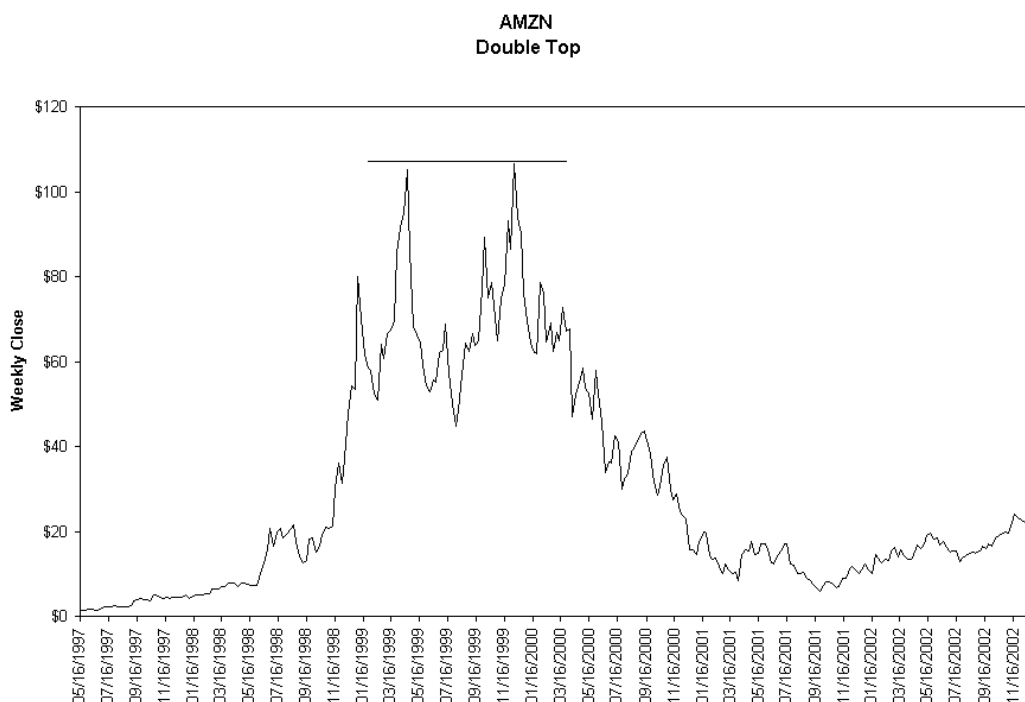
OBR. 8 Mezera směrem nahoru

4. Formace v grafech

Bylo dokázáno, že v obchodování se určité formace grafů neustále opakují. Na základě těchto ukazatelů je možno předpovídat, jakým směrem se trh bude ubírat. Opakující se konstelace grafů lze snadno vysvětlit. Úsečky na grafech jsou tvořeny chováním davu.

4.1. Dvojitý vrchol a dvojitě dno

Formace s názvem *dvojitý vrchol* (double top) a *dvojitě dno* (double bottom) patří mezi relativně spolehlivou strategii s výraznou možností zisku a s velmi omezeným rizikem. Pokud cena vytvoří nový vrchol (či nové dno), ze kterého vytvoří *korekci* (trh udělá pohyb v protisměru) a následně již nový vrchol (dno) nepřekoná, je to signál. Obchodníci již odmítají obchodovat cenu ještě výše (níže), a tak s velkou pravděpodobností můžeme očekávat obrat trendu. Druhé dno nebo vrchol může vzniknout lehce pod nebo nad předchozím.

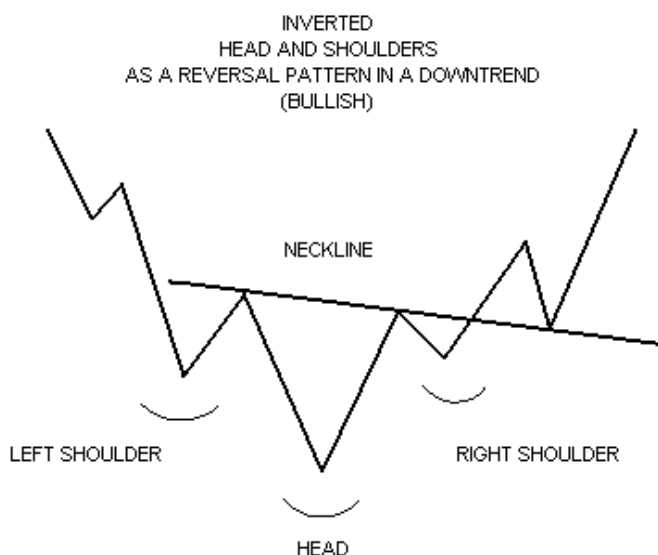


OBR. 9 Dvojitý vrchol

4.2. Hlava a ramena

Formace *hlava a ramena* (head and shoulders) označují konec rostoucích trendů. *Hlava* je cenový vrchol obklopený dvěma nižšími vrcholy, tzv. *rameny*. *Krční linie* (neckline) spojuje dna poklesů levého ramena a hlavy. Tato linie nemusí být horizontální, může být plochá, rostoucí či klesající. Pokud ceny nejsou schopné vzrůst nad hlavu, potvrzují tím, že se vytváří formace head and shoulders. Pravé rameno může být níže než levé, kratší nebo delší. Když pokles od pravého ramene prorazí neckline, rostoucí trend definitivně skončil. Po proražení se ceny někdy vrátí zpět k linii krku. Tento nárůst je příležitostí pro prodej.

Formace head and shoulders poskytuje přibližný cílový bod pro vznikající nový klesající trend, který získáme změřením vzdálenosti od vrcholu hlavy k linii krku a projektujeme ji od neckline linie dolů.



OBR. 10 Invertovaná formace hlava a ramena v býčím trendu

5. Technická Analýza

5.1. Klouzavé průměry

Klouzavé průměry (moving averages – MA) jsou základní, spolehlivou a časem prověřenou strategií obchodníků. Řadí se mezi *adaptivní přístupy* k trendové složce. To znamená, že pracujeme s trendovými složkami, které mění v čase svůj charakter. Nelze tudíž použít žádnou matematickou křivku pro jeho vyrovnaní, ale v krátkých časových úsecích to možné je. Klouzavé průměry ukazují průměrnou hodnotu údajů v šíři svého časového rámce. Sestrojují se ze zavíracích cen, vždy při nějaké určité délce N . Čím delší je trend, který chcete zachytit, tím delší klouzavý průměr potřebujete, a nastane větší vyhlazení.

Existují tři hlavní typy klouzavých průměrů:

- a) jednoduchý,
- b) exponenciální a
- c) vážený.

Strategie obchodování spočívá v tom, že pokud protne cena na grafu klouzavý průměr, je toto považováno jako vstupní nebo výstupní signál. Pokud cena protne MA směrem dolů, je to signál k prodeji. Naopak když cena protne klouzavý průměr směrem nahoru, je to považováno za signál k nákupu.

Výpočet jednoduchého klouzavého průměru (MA)

Většina obchodníků používá jednoduchý klouzavý průměr. Ten však má jeden obrovský nedostatek a to, že se změnou ceny se MA změní dvakrát. Poprvé, když se objeví nový údaj, a poté ještě jednou, ve chvíli, kdy je na konci časového rámce vypuštěn.

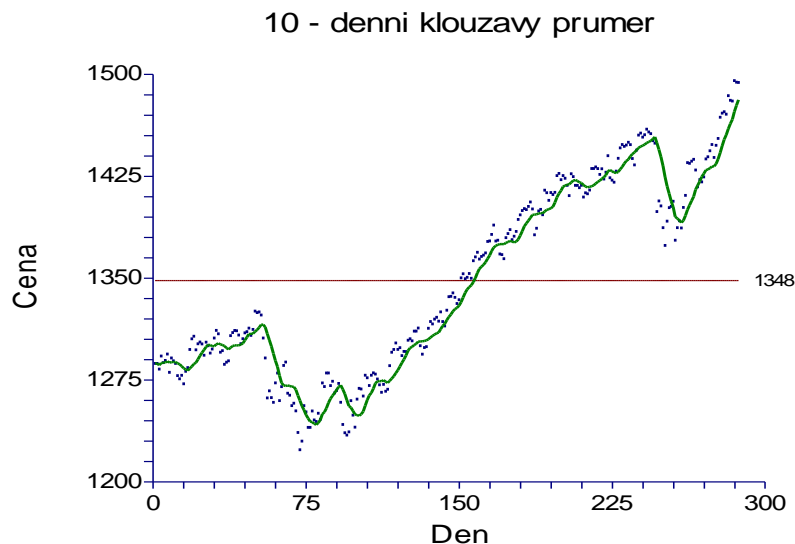
- a) Zpětný MA:

$$\hat{y}_t = T_{t_i} \frac{1}{N} (y_t + y_{t-1} + \dots + y_{t-N+1}), \quad t > N-1, \quad t \leq n$$

- b) Symetrický MA:

$$\hat{y}_t = \frac{1}{N} (y_{t-\frac{N-1}{2}} + \dots + y_{t-1} + y_t + \dots + y_{t+\frac{N-1}{2}}), \quad t > \frac{N-1}{2}, \quad t \leq n - \frac{N-1}{2}$$

OZNAČENÍ. \hat{y}_t představuje hodnoty vyrovnané řady, y_t hodnoty původní řady, N délku vyrovnané řady, n délka původní řady.



OBR. 11 10 - denní klouzavý průměr S&P 500 v období 17.2. 06 – 27.4. 07

Výpočet exponenciálního vyrovnávání (EMA)

Mezi přednosti exponenciálního vyrovnávání patří malé paměťové nároky a jednoduchá konstrukce předpovědi. Jeho základy položili Holt a Brown-Meyer. Narozdíl od metody klouzavých průměrů, při které se snažíme vyrovnávat krátké úseky řady, je výpočet vyrovnané hodnoty založený na všech pozorováních řady. Využívá se metoda nejmenších čtverců, přičemž se váhy vyrovnané konstanty α v minimalizovaném součtu exponenciálně zmenšují.

a) Jednoduché:

Použití pro časové řady, které mají po částech konstantní průběh (trend je v krátkých úsecích řady konstantní)

$$\hat{y}_t = \alpha y_t + (1 - \alpha) \hat{y}_{t-1}, \quad t = 1, \dots, n; \quad \hat{y}_1 = y_1;$$

Minimalizujeme výraz tvaru

$$(y_t - \hat{y}_t)^2 + (y_t - \hat{y}_{t-1})^2 \alpha + (y_{t-2} - \hat{y}_{t-2})^2 \alpha^2 + \dots; \quad 0 < \alpha < 1$$

b) Dvojité:

Používáme v případě, že v krátkých úsecích řady je trendová složka T_t lineární, tj. $T_t = \beta_0 + \beta_1 t$, kde odhady parametrů v čase t získáme minimalizací výrazu

$$\sum_{j=0}^{\infty} [y_{t-j} - (\beta_0 + \beta_1(-j))]^2 \alpha^j, \quad \text{kde } 0 < \alpha < 1 \text{ je nějaká konstanta}$$

POZNÁMKA. α je procento použití minulé hodnoty, volí se v rozmezí $0,7 \leq \alpha < 1$. Většinou se počítá s

$$\alpha = \frac{2}{N+1} \quad \text{nebo} \quad \alpha = \frac{N-1}{N+1}.$$

Kde N je délka jednoduchého klouzavého průměru.

Metoda adaptivních vah

Tato metoda je zobecněním metody klouzavých průměrů a dává z těchto vyrovnávání nejlepší výsledky. Konstruuje se tak, že k jednotlivým hodnotám v minulosti se přidávají příslušné váhy, které se vhodně adaptují podle toho, jaké jsou postupně dodávány nové hodnoty. Lze vyjádřit ve tvaru:

$$\hat{y}_{t+1}(t) = \sum_{i=1}^N w_i(t) y_{t+1-i} = w_1(t) y_t + w_2(t) y_{t-1} + \dots + w_N(t) y_{t+1-N}$$

kde $w_1(t), \dots, w_N(t)$ jsou jednotlivé váhy a y_{t+i} pozorování. Chyba předpovědi je tedy rovna $e_{t+i} = y_{t+i} - \hat{y}_{t+i}(t)$.

Váhy jsou modifikovány na základě vzorce

$$w_i(t+1) = w_i(t) + 2ke_{i+1,t} y_{t+1-i}$$

kde k je tzv. *modifikační konstanta*. Obvykle se používají počáteční hodnoty vah rovny 1, N .

5.2. Stochastické modely

Existuje pět základních typů procesů s krátkodobou pamětí, které byly navrženy pro finanční časové řady:

- a) Proces klouzavých průměrů (MA)
- b) Autoregresní proces (AR)
- c) Smíšený proces (ARMA)
- d) Autoregresní integrovaný proces klouzavých součtů (ARIMA)
- e) Autoregresní podmíněný heteroskedastický proces (GARCH)

Každý z těchto modelů má mnoho variant, které vylepšují základní model. Daná zlepšení se snaží lépe zachytit vývoj dat, a tím se přiblížit co nejvíce ke skutečným datům.

Proces klouzavých součtů - MA(q) (Moving Average)

Proces klouzavých součtů řádu q má tvar

$$y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

nebo také pomocí operátoru zpětného posunutí B jako $y_t = \theta(B)\varepsilon_t$, kde $\theta(B) = 1 + \sum_{j=1}^q \theta_j B^j$ je tzv. *operátor klouzavých součtů*. Přitom ε_t je bílý šum, který má normální rozdělení $N(0,1)$ a θ_j jsou parametry. Proces MA(q) je vždy stacionární pro libovolnou volbu jeho parametrů. Střední hodnota procesu je nulová a jeho rozptyl σ_y^2 je roven

$$\sigma_y^2 = \gamma_0 = (1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2) \sigma_\varepsilon^2$$

a jeho autokorelační funkce ρ_k má tvar

$$\rho_k = \frac{\theta_k + \theta_1 \theta_{k+1} + \dots + \theta_{q-k} \theta_q}{1 + \theta_1^2 + \dots + \theta_q^2} \quad k = 1, \dots, q \quad \rho_k = 0, \quad k > q$$

POZNÁMKA. *Slabá stacionarita* je vlastnost, kdy příslušný stochastický proces má konstantní střední hodnotu, konstantní rozptyl a kovarianční struktura druhého řádu je invariantní vůči posunu v čase, tzn. $\text{cov}(y_t, y_s) = \text{cov}(y_{t+h}, y_{s+h})$ pro libovolné h .

POZNÁMKA. Hodnota *autokorelační funkce* ρ_k v bodě je dána vzorcem

$$\rho_k = \frac{\gamma_k}{\gamma_0} = \frac{\gamma_k}{\sigma_y^2} \quad k = \dots, -1, 0, 1, \dots$$

kde $\sigma_y^2 = \gamma_0 = \text{var}(y_t)$ je rozptyl dané stacionární řady, $\mu = E(y_t)$ střední hodnota a γ_k je hodnota autokovarianční funkce v bodě k definovaná jako

$$\gamma_k = \text{cov}(y_t, y_{t+k}) = E(y_t - \mu)(y_{t+k} - \mu).$$

POZNÁMKA. Invertibilním procesem nazýváme $y_t = \pi_1 y_{t-1} + \pi_2 y_{t-2} + \dots + \varepsilon_t$ nebo $\pi(B)y_t = \varepsilon_t$, kde $\pi(B) = 1 - \pi_1 B - \pi_2 B^2 - \dots = 1 - \sum_{j=1}^{\infty} \pi_j B^j$. Postačující podmínka je ve tvaru $\pi(B)$ konverguje pro $|B| \leq 1$.

Proces MA(1): Tento proces má tvar $y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$, splňuje podmínku invertibility $|\theta_1| < 1$ a jeho autokorelační funkce ρ_k je rovna $\rho_1 = \frac{\theta_1}{1 + \theta_1^2}$, $\rho_k = 0$ pro $k > 1$ (má identifikační bod $k_0 = 1$).

Proces MA(2): Proces má tvar $y_t = \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \theta_2 \varepsilon_{t-2}$, splňuje podmínku invertibility

$$\theta_2 + \theta_1 > -1 \quad \theta_2 - \theta_1 > -1 \quad -1 < \theta_2 < 1$$

a jeho autokorelační funkce ρ_k je rovna

$$\rho_1 = \frac{\theta_1(1 + \theta_2)}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2} \quad \rho_2 = \frac{\theta_2}{1 + \theta_1^2 + \theta_2^2}$$

$\rho_k = 0$, $k > 2$ (má identifikační bod $k_0 = 2$).

POZNÁMKA. Anderson uvádí, že vztah autokorelační funkce ρ_k libovolného (i neinvertibilního) procesu MA(q) splňuje

$$|\rho_k| \leq \lim_{x \rightarrow q^-} \cos \left(\frac{\pi}{\left[\frac{x+1}{k} \right] + 2} \right)$$

lomené závorky zde značí celou část čísla. Pro proces MA(q) dostaneme omezení

$$|\rho_1| \leq \frac{1}{\sqrt{2}} \quad |\rho_2| \leq \frac{1}{2}$$

Autoregresní proces - AR(p)

Autoregresní proces řádu p je jeden z těch, kde změna proměnné v čase je v lineární závislosti na předchozí změně. Proces je tvaru

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t$$

nebo také pomocí operátoru zpětného posunutí B jako $\varphi(B)y_t = \varepsilon_t$, kde

$\varphi(B) = 1 - \sum_{j=1}^p \varphi_j B^j$ je tzv. *autoregresní operátor*.

POZNÁMKA. Střední hodnota AR(p) je nulová, rozptyl je roven

$$\sigma_y^2 = \gamma_0 = \frac{\sigma_\varepsilon^2}{1 - \varphi_1 \rho_1 - \dots - \varphi_p \rho_p}$$

(vyplývá z Yuleova-Walkerových rovnic)

a jeho autokorelační funkce ρ_k vyhovuje soustavě diferenčních rovnic $\rho_k = \varphi_1\rho_{k-1} + \varphi_2\rho_{k-2} + \dots + \varphi_p\rho_{k-p}$, $k > 0$. Proces AR(q) je invertibilní a stacionární v případě, že všechny kořeny polynomu $\varphi(B)$ leží venku jednotkového kruhu.

POZNÁMKA. Pro výpočet parametrů procesu AR(p) pomocí hodnot jeho autokorelační funkce se používá tzv. *Yuleova-Walkerova soustava rovnic* pro $k = 1, \dots, p$:

$$\begin{aligned}\rho_1 &= \varphi_1 + \varphi_2\rho_1 + \dots + \varphi_p\rho_{k-1}, \\ \rho_2 &= \varphi_1\rho_1 + \varphi_2 + \dots + \varphi_p\rho_{k-2}, \\ &\vdots \\ \rho_p &= \varphi_1\rho_{p-1} + \varphi_2\rho_{p-2} + \dots + \varphi_p.\end{aligned}$$

Řešením této soustavy lineárních rovnic dostaneme parametry $\varphi_1, \dots, \varphi_p$, vyjádřené pomocí hodnot ρ_1, \dots, ρ_p autokorelační funkce.

Proces AR(1): Tento proces má tvar $y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$ s podmínkou stacionarity $|\varphi_1| < 1$ lze přepsat proces do tvaru $y_t = \varepsilon_t + \varphi_1 \varepsilon_{t-1} + \varphi_1^2 \varepsilon_{t-2} + \dots$. Autokorelační funkce stacionárního procesu AR(1) má tvar

$$\rho_k = \varphi_1^k \quad k \geq 0$$

(geometrická posloupnost klesající v absolutní hodnotě k nule). Speciálně $\varphi_1 = \rho_1$.

Proces AR(2): Změny v čase souvisí se změnami v minulých dvou obdobích. Proces má tvar $y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \varphi_2 y_{t-2} + \varepsilon_t$ s podmínkou stacionarity

$$\varphi_1 + \varphi_2 < 1 \quad \varphi_2 - \varphi_1 < 1 \quad -1 < \varphi_2 < 1$$

Yuleova-Walkerova soustava rovnic má pro AR(2) tvar

$$\begin{aligned}\rho_1 &= \varphi_1 + \varphi_2\rho_1 \\ \rho_2 &= \varphi_1\rho_1 + \varphi_2\end{aligned}$$

s řešením
$$\varphi_1 = \frac{\rho_1(1 - \rho_2)}{1 - \rho_1^2}, \quad \varphi_2 = \frac{\rho_2 - \rho_1^2}{1 - \rho_1^2}.$$

Pomocí stacionarity lze odvodit, že AR(2) musí být $-1 < \rho_2 < 1, \quad \rho_1^2 < \frac{\rho_2 + 1}{2}$

Smišený proces – ARMA(p,q)

Smišený proces řádu p a q se označuje jako ARMA(p,q) a je definován jako

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \dots + \varphi_p y_{t-p} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1} + \dots + \theta_q \varepsilon_{t-q}$$

nebo pomocí operátoru zpětného posunutí jako

$$\varphi(B)y_t = \theta(B)\varepsilon_t.$$

POZNÁMKA. Podmínka stacionarity smíšeného procesu ARMA(p,q) je stejná jako u procesu AR(p) a podmínka invertibility je stejná jako u procesu MA(q). Střední hodnota ARMA(p,q) je nulová a jeho autokorelační funkce ρ_k odpovídá soustavě diferenčních rovnic

$$\rho_k = \varphi_1 \rho_{k-1} + \varphi_2 \rho_{k-2} + \dots + \varphi_p \rho_{k-p}, \quad k > q.$$

Proces ARMA(1,1): Tento proces má tvar

$$y_t = \varphi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t + \theta_1 \varepsilon_{t-1}$$

Podmínka stacionarity má tvar $|\varphi_1| < 1$.

Podmínka invertibility $|\theta_1| < 1$.

Soustava rovnic má tvar $\rho_k = \varphi_1 \rho_{k-1}, \quad k > 1$

(autokorelační funkce tedy geometricky klesá).

6. NCSS

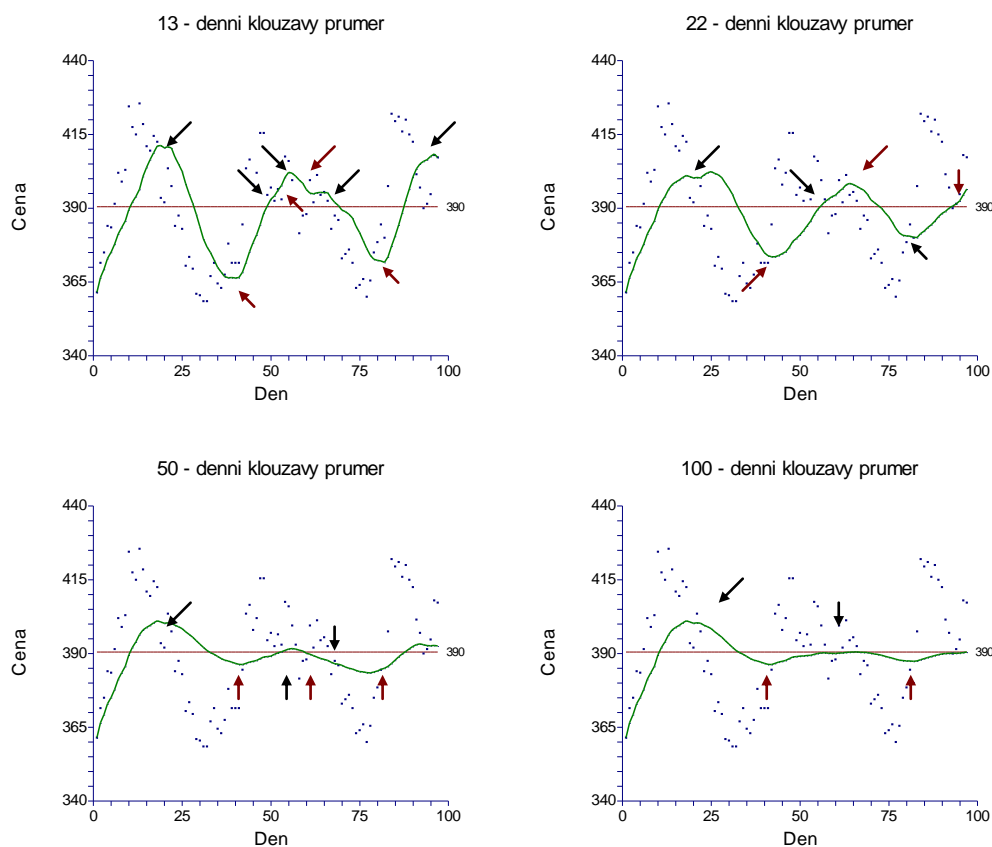
Praktická část bakalářské práce je založena na nalezení vhodného ARMA modelu pro predikci do budoucna. Dále zde budeme porovnávat různé délky klouzavých průměrů (MA nebo EMA) a zjistíme nejlepší možnosti vstupu a výstupu z obchodu. Modelování proběhne na historických datech burzovního indexu FTSE a vývoji komodity pšenice.

6.1. Klouzavé průměry

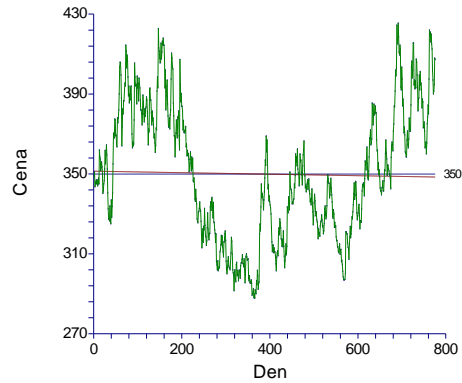
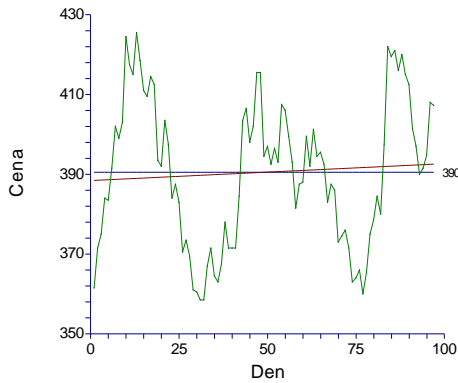
Příležitosti k obchodu za období 2.5.06 – 6.10.06 – Testováno na skutečných datech vývoje cen PŠENICE

Pro vyrovnání dat dané časové řady jsem vytvořila několik grafů klouzavých průměrů různé délky (13, 22, 50, 100). Tyto délky jsou nejčastěji používanými mezi obchodníky. Zelená křivka kopírující do značné míry pohyb ceny na grafu je denní klouzavý průměr. Jak je z grafů patrné, čím větší je délka klouzavého průměru, tím nastává větší vyhlazení a příležitostí k obchodu je méně.

Pokud protne cena na grafu klouzavý průměr (OBR. 12), je toto považováno jako vstupní či výstupní signál. Pokud cena protne klouzavý průměr směrem dolů, je toto považováno za *signál k prodeji (černá šipka)*. Pokud cena protne klouzavý průměr směrem nahoru, je toto považováno za *signál k nákupu (červená šipka)*.



OBR. 12 Klouzavé průměry



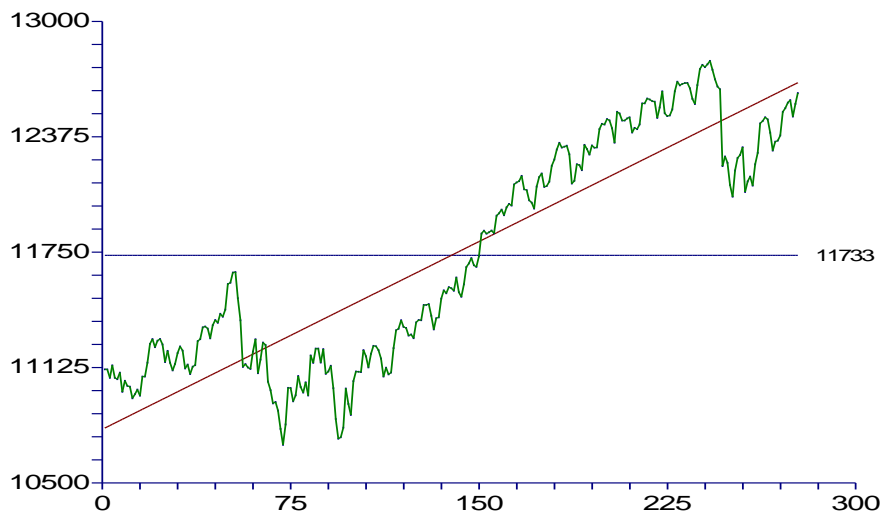
OBR. 13 a 14 Vývoj pšenice

OBR. 13 zobrazuje jednotlivá napozorovaná data v období 2.5. 06 – 6.10. 06 spojena linií. Trend (červená linie) je v daném časovém horizontu téměř konstantní (neboli trend do strany) se střední hodnotou rovnou 390 . Konstantní trend je patrný i v OBR. 14, který zobrazuje data delšího časového rámce (srpen 2003 až listopad 2006), kde střední hodnota nabývá hodnoty 350.

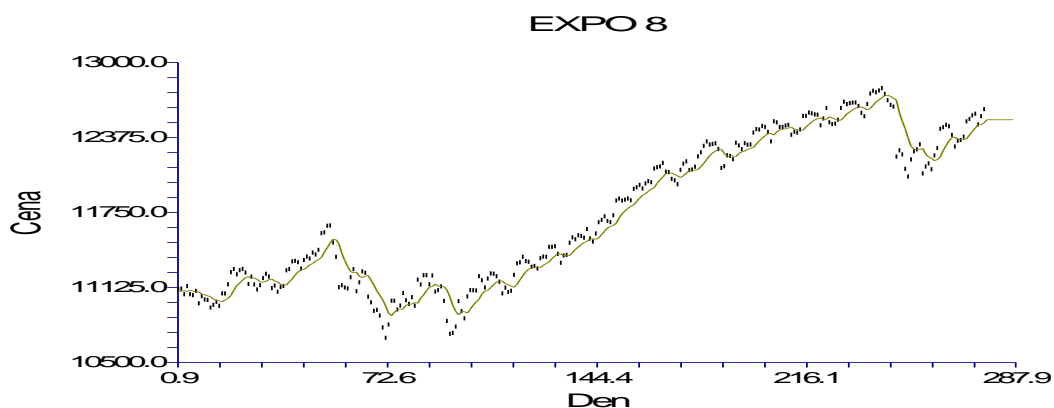
6.2. Exponenciální vyrovnání

Příležitosti k obchodu za období 18.12.06 – 13.4.07: Testováno na skutečných datech vývoje cen indexu FTSE

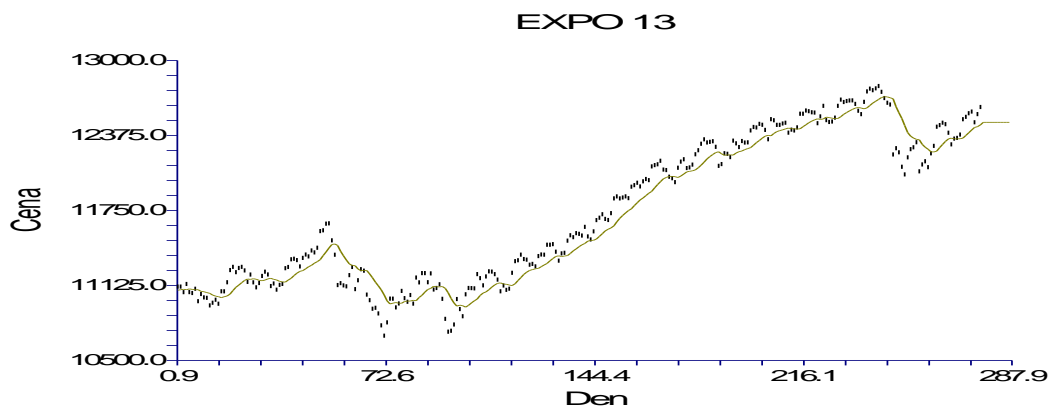
Exponenciální vyrovnávání odstraňuje nedostatek klouzavých průměrů, které započítávaly změnu ceny dvakrát. Výpočet každé vyrovnané hodnoty je založen na všech dostupných minulých pozorováních. Metoda nejmenších čtverců se modifikuje tak, že váhy jednotlivých čtverců v minimalizovaném součtu se směrem do minulosti zmenšují exponenciálně.



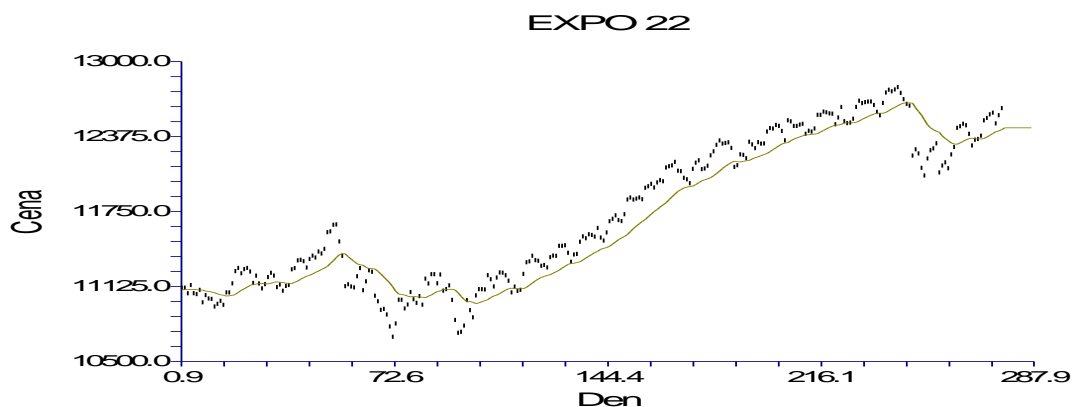
OBR. 15 Graf jednotlivých hodnot indexu FTSE s rostoucím trendem a střední hodnotou rovnou hodnotě 11732,83.



OBR. 16 Exponenciální vyhlazení délky $N=8$, α (procento použití minulé hodnoty) je rovno 0.2222222. Střední kvadratická chyba (MSE) je rovna hodnotě 12796.02.



OBR. 17 Exponenciální vyhlazení délky $N=13$ s α rovno 0.1428571. Střední kvadratická chyba je rovna hodnotě 17592.62.



OBR. 18 Exponenciální vyhlazení délky $N=22$ s α rovno 0.0869565. Střední kvadratická chyba je rovna hodnotě 26242.41.

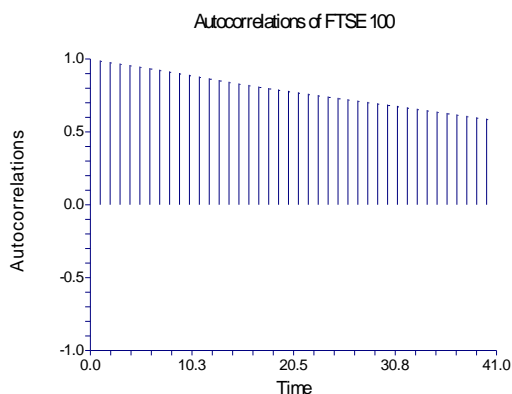
POZNÁMKA. MSE (Mean Squared Error) vypovídá o kvalitě daných předpovědí

Vyjádříme vztahem

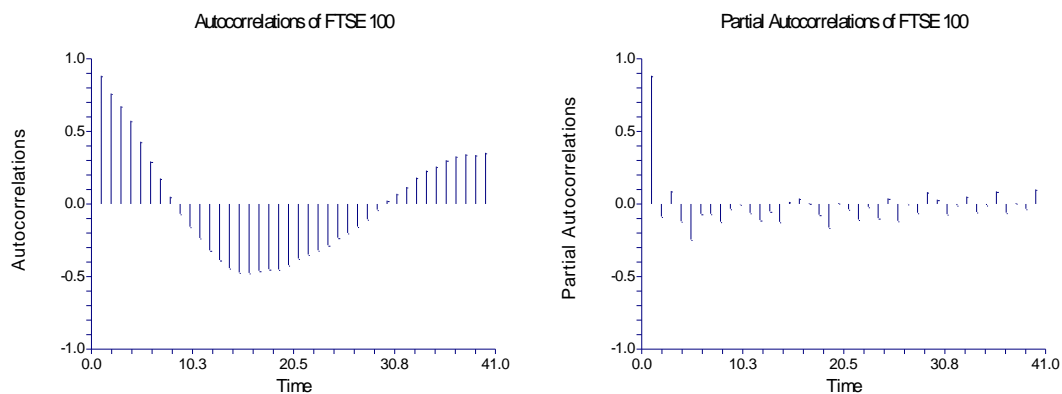
$$\frac{1}{n} \sum_{t=1}^n e_t^2$$

6.3. Návrh ARMA modelu pro odhadnutí vývoje do budoucna

Časová řada je nestacionární a autokorelační funkce původní časové řady klesá velmi pomalu, proto je nutné data částečně transformovat tím, že odečteme lineární trend, což zaručí nulovou střední hodnotu. Tak dojde ke stacionaritě řady: $y_t - Tr_t$, $t = 1, \dots, n$, kde $Tr = (A + B_t)$ je lineární trend.



OBR. 19 Časová řada před transformací



OBR. 20 Autokorelační a parciální autokorelační funkce po transformaci

Z obrázku je vidno, že počáteční hodnota v grafu parciální autokorelační funkce je useknutá v jedničce. Ostatní hodnoty nesplňují podmínku

Significant if $|\text{Correlation}| > 0.203069$

POZNÁMKA: Hodnoty splňující tuto podmínku jsou korelované, což je pro nás nevhodné a tudíž musíme hledat jiný model.

Testování modelu Automatic ARMA

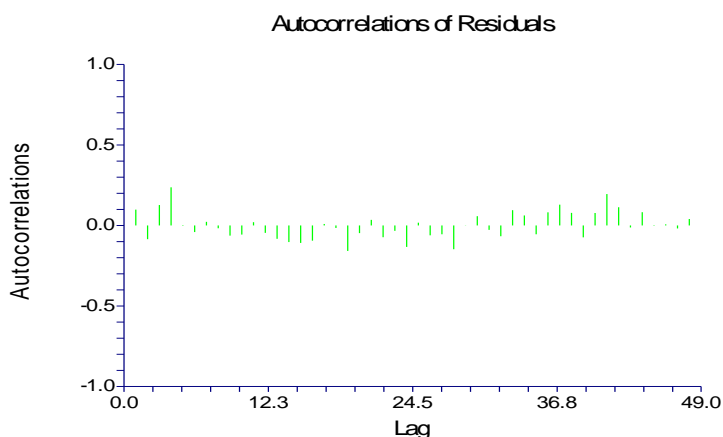
Všechny parametry byly v NCSS z řady vygenerovány automaticky, jen jsem zadala funkci Remove Trend, která odečetla daný trend. Na základě automatické identifikace byl za nejlepší vyhodnocen model ARMA(1,0) s odečteným trendem, neboli AR(1). MSE (střední kvadratická chyba) je rovna hodnotě 64.45071.

Rezidua jsou významná pro hodnoty korelace v absolutní hodnotě větší než 0.203069 (Significant if |Correlation| > 0.203069), z čehož vyplývá, že jsou nekorelované. Tvar ACF je podobný tlumené sinusoidě, PACF je useknutá v bodě 1. Odhad parametru ϕ je 0.8961462, což splňuje podmínku stacionarity (kořeny polynomu $\phi(B)$ jsou vně jednotkového kruhu). X_t pro model AR(p) jsou vždy invertibilní.

Model AR(1) je testovaný za hypotézy $H_0 : \phi_1 = 0$ na hladině $\alpha = 5\%$. Úroveň pravděpodobnosti (Probability Level) vyšla v našem případě 0.000000. Tato úroveň znamená, že je nejmenší možnou, na které H_0 zamítáme.

Parameter Name	Parameter Estimate	Standard Error	T-Value	Prob. Level
AR(1)	0.9129	4.071727E-02	22.4205	0.000000

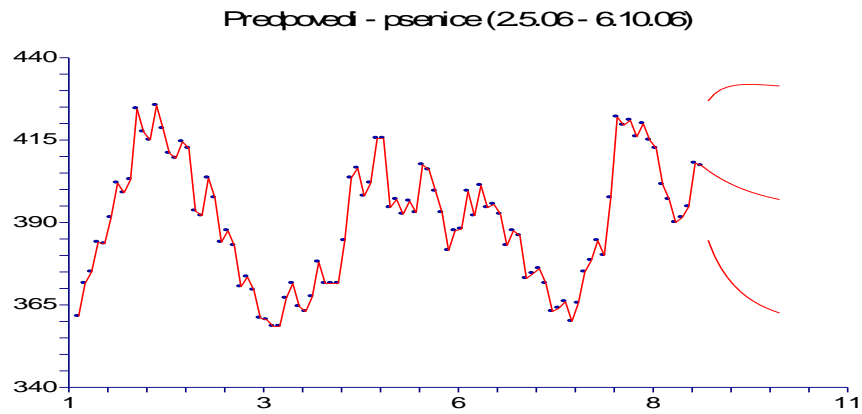
Podkladem pro tento model je rovnice AR(1): $y_t = \phi_1 y_{t-1} + \varepsilon_t$ $t = 2, \dots, n$.
Po odečtení trendu budeme předpokládat $Ey_t = 0$.



OBR. 21 Graf ACF (Autokorelační funkce)

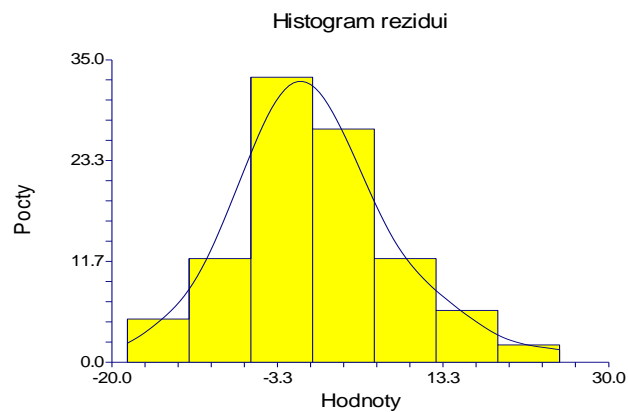
Nekorelovanost:

Data jsou nekorelovaná, neboť autokorelační funkce se pohybuje okolo nuly a hodnoty jsou menší než 0.203069

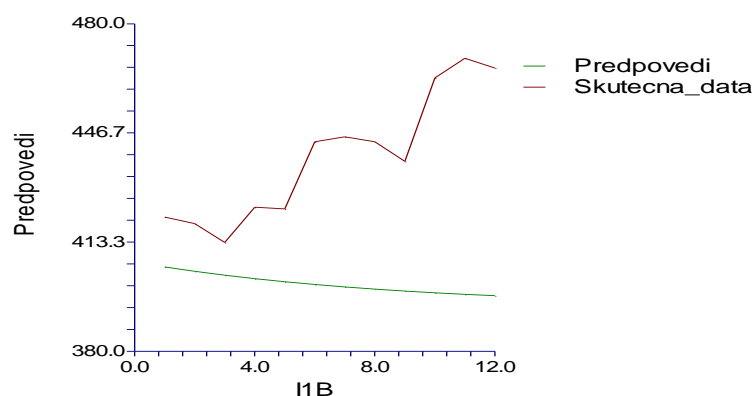


OBR. 22 Pás spolehlivosti předpovědi modelu AR(1) na hladině ALFA = 0.05

Analýza reziduí: Z histogramu reziduí je vidět, že jejich střední hodnota je rovna přibližně nule, a také, že mají normální rozdělení. Je splněna nekorelovanost.



OBR. 23 Histogram reziduí



OBR. 24 Při srovnání odhadnutých dat a skutečných, vidíme, že ve skutečnosti dochází k poklesu cen, narozdíl od námi odhadnutého růstu. Závěrem chci dodat, že i když jsme měli dostatečné množství pozorování v časové řadě, algoritmus nebyl schopen odhadnout budoucí průběh vývoje.

Závěr

Komoditní obchodování je velmi nejistá záležitost, jak už se ukázalo z předpovědí časové řady vývoje pšenice v programu NCSS. Aby člověk dokázal odhadnout, kam se trh bude odvíjet zítra s pravděpodobností větší než 50 – 60 %, to umí opravdu jen pár nejzkušenějších obchodníků a analytiků, kteří zkoumají vývoje daných komodit po dlouhá léta. Cesta k úspěchu je dlouhá a pomalá. Každý obchodník si musí najít svou strategii, jak obchodovat a tu po dlouhá léta neustále testuje a obměňuje. K úspěchu mu mohou pomoci různé indikátory, opakující se formace v grafech, zprávy z ekonomiky, nebo cokoliv jiného. Co má ale vlastně skutečný vliv na budoucí cenový vývoj? Ať už to jsou investiční strategie na základě teorie chaosu či Elliotových vln, nebo odhad vstupu do obchodu s použitím Fibonacciho posloupnosti, žádný systém není stoprocentní a neexistuje zaručená rada, jak snadno zbohatnout.

Odkazy na komoditní burzy

CME (Chicago Mercantile Exchange)	www.cme.com
CBOT (Chicago Board Of Trade)	www.cbot.com
NYMEX (New York Mercantile Exchange)	www.nymex.com
NYBOT (New York Board Of Trade)	www.nybot.com
Komoditní burza Praha	www.kbp.cz
London International Financial Futures Exchange (LIFFE)	www.liffe.com
Kansas City Board of Trade	www.kcbot.com
London Metal Exchange (LME)	www.lme.co.uk
Eurex	www.eurexchange.com
Minneapolis Grain Exchange	www.mgex.com
Sydney Futures Exchange (SFE)	www.sfe.com.au
Tokyo Grain Exchange	www.tge.or.jp/index.html
Hong Kong Futures Exchange (HKFE)	www.hkfe.com
International Petroleum Exchange (IPE) - London	www.ipe.uk.com
Tokyo International Financial Futures Exchange (TIFFE)	www.tiffe.or.jp
New York Cotton Exchange (NYCE)	www.nyce.com
Tokyo Commodity Exchange (TOCOM)	www.tocom.or.jp
Singapore Commodity Exchange Limited (SICOM)	www.sicom.com.sg
Korean Futures Exchange	www.kofex.com
MEFF Village	www.meff.es
Osaka Mercantile Exchange (OME)	www.osamex.com/index_e.html
New Zealand Futures and Options Exchange (NZFOE)	www.nzfoe.co.nz
RedMeteor.com	www.redmeteor.com
Coffee Exchange	www.coffee-exchange.com
Belfox	www.belfox.be/UK/L2/L2indUK.html
Istanbul Gold Exchange	www.iab.gov.tr/english/indexen.htm
Yokohama Commodity Exchange	www.y-com.or.jp/english/index_e.htm
Australian Wine Exchange (AWX)	www.awx.com.au
Bombay Commodity Exchange Ltd	www.booe.org
Australian Macadamia Xchange	www.amxchange.com.au
European Warrant Exchange	www.euwax.de

Zkratky pro jednotlivé kontraktní měsíce

Leden	January	F
Únor	February	G
Březen	March	H
Duben	April	J
Květen	May	K
Červen	June	M
Červenec	July	N
Srpen	August	Q
Září	September	U
Říjen	October	V
Listopad	November	X
Prosinec	December	Z

Ukázky vybraných marginů

Komodita	Margin	Burza
Corn (kukuřice)	338 USD	CBOT
Weat (pšenice)	675 USD	CBOT
Soybeans (sojové boby)	1 823 USD	CBOT
Gold (zlato)	2 025 USD	NYMEX
Crude Oil (ropa)	4 050 USD	NYMEX

Hodnoty ticku

Komodita	Nejmenší pohyb (tick)	Hodnota ticku na kontrakt	Hodnota plného bodu
METALS (drahé kovy)			
Gold (zlato)	1/10	10 \$	100 \$
Silver (stříbro)	1/10	5 \$	50 \$
Platinum (platina)	1/10	5 \$	50 \$
High Grade Cooper (měď)	1/100	2,50 \$	250 \$
MEATS (maso)			
Lean Hogs (vepřové boky)	1/40	10 \$	400 \$
Frozen Bellies	1/40	10 \$	400 \$
Live Cattle	1/40	10 \$	400 \$
Feeder Cattle	1/80	6,25 \$	500 \$
GRAINS (zrniny)			
Wheat (pšenice)	1/4	12,50 \$	50\$
Soybeans (sojové boby)	1/4	12,50 \$	50\$
Soybean Meal (sojová mouka)	1/10	10 \$	100 \$
Soybean Oil (sojový olej)	1/100	6 \$	600 \$
Oats (oves)	1/4	12,50 \$	50\$
Corn (kukuřice)	1/4	12,50 \$	50\$
Rice (rýže)	1/2	10 \$	20 \$
FINANCIALS (finanční)			
Eurodollar	1/400	6,25 \$	2500 \$
U.S. T-Bonds 30yr	1/32	31,25 \$	1000 \$
U.S. T-Note 2yr	1/64	31,25 \$	2000 \$
U.S. T-Note 5yr	1/64	15,63 \$	1000 \$
ENERGIES (energie)			
Natural Gas	1/1000	1 \$	1000 \$
Unleaded Gasoline	1/100	4,20 \$	420 \$
Heating Oil	1/100	4,20 \$	420 \$
Light Cruide Oil (ropa)	1/100	10 \$	1000 \$
CURRENCIES (měny)			
Euro FX	1/100	12,50 \$	1250 \$
U.S. Dollar	1/100	10 \$	1000 \$
SOFTS			
Sugar 11 (cukr)	1/100	11,20 \$	1 120 \$
Orange Juice (zmrazený pomerančový koncentrát)	1/20	7,50 \$	150 \$
Lumber (dřevní hmota)	1/10	11 \$	110 \$
Cotton (bavlna)	1/100	5 \$	500 \$
Coffee (káva)	1/20	18,75 \$	375 \$

Seznam obrázků

OBR. 1	Průběh obchodu na burze	7
OBR. 2	Cenová úsečka grafu skládající se z open-high-low-close.....	11
OBR. 3	Rostoucí trend (modelováno v NCSS na reálných datech).....	12
OBR. 4	Klesající trend (modelováno v NCSS na reálných datech).....	13
OBR. 5	Trend do strany (modelováno v NCSS na reálných datech).....	13
OBR. 6	a) trend stropu b) úroveň podlahy c) hlavní trendová přímka d) bod prolomení hranice podlahy	14
OBR. 7	Mezera směrem dolů	15
OBR. 8	Mezera směrem nahoru	15
OBR. 9	Dvojitý vrchol	16
OBR. 10	Invertovaná formace hlava a ramena v býčím trendu	17
OBR. 11	10 - denní klouzavý průměr S&P 500 v období 17.2. 06 – 27.4. 07.....	19
OBR. 12	Klouzavé průměry	25
OBR. 13 a 14	Vývoj pšenice.....	26
OBR. 15	Graf jednotlivých hodnot indexu FTSE	26
OBR. 16	Exponenciální vyhlazení délky N=8	27
OBR. 17	Exponenciální vyhlazení délky N=13	27
OBR. 18	Exponenciální vyhlazení délky N=22	27
OBR. 19	Časová řada před transformací.....	28
OBR. 20	Autokorelační a parciální autokorelační funkce po transformaci	28
OBR. 21	Graf ACF (Autokorelační funkce)	29
OBR. 22	Pás spolehlivosti předpovědi modelu AR(1) na hladině ALFA = 0.05 .	30
OBR. 23	Histogram reziduí.....	30

Literatura

- [1] Cipra, T.: *Analýza časových řad s aplikacemi v ekonomii*. SNTL – Nakladatelství technické literatury. Praha 1986
- [2] Cipra, T.: *Praktický průvodce finanční a pojistnou matematikou*. Ekopress. Praha, 2005.
- [3] Dědič, J.: *Burza cenných papírů a komoditní burza*. Prospektrum. Praha 1992.
- [4] Dupačová, J., Hurt, J., Štěpán, J.: *Stochastic Modeling in Economics and Finance*. Kluwer Academic Publishers. Dordrecht 2002.
- [5] Edgar E.: *Fractal market analysis*. John Wiley & Sons. NY 1994
- [6] Elder, A.: *Tradingem k bohatství* (Trading for a Living). GRADA publishing a.s. Praha 2005.
- [7] Gouriéroux Ch.: *ARCH Models and Financial Application*. Maple-Vail Book Manufacturing Group, NY 1997
- [8] Jílek, J.: *Finanční a komoditní deriváty*. GRADA publishing a.s.. Praha 2004.
- [9] Nesnídal, T., Podhajský, P.: *Obchodování na komoditních trzích, průvodce spekulanta*. GRADA publishing, a.s. Praha 2005.