

# **Stratégie obchodovania s futures**

**Lenka Némethová**

V Bratislave, 2006

# **Stratégie obchodovania s futures**

## **Diplomová práca**

Diplomant: Lenka Némethová

Diplomový vedúci: Mgr. Igor Melicherčík, PhD.

Študijný odbor : Matematika

Špecializácia : Ekonomická a finančná matematika

BRATISLAVA 2006

Prehlasujem, že predkladanú diplomovú  
prácu som vypracovala samostatne len za pomoci konzultácií  
a literatúry uvedenej v zozname.

Týmto chcem úprimne poďakovať svojmu diplomovému  
vedúcemu Mgr. Igorovi Melicherčíkovi, PhD. za cenné rady a  
usmernenia, za motivujúci a priateľský prístup, a najmä za  
veľkú ochotu a záujem pomôcť.

## Predhovor

Trh s finančnými derivátmi je v súčasnosti neoddeliteľnou a veľmi významnou súčasťou finančných trhov vo všetkých rozvinutých krajinách sveta. Finančné deriváty, ako aj samotný názov napovedá, sú finančné nástroje odvodené (derivované) od iných, tzv. podkladových, obchodovateľných nástrojov, ktorými sú napríklad akcie, dlhopisy, mena komodity a iné. Deriváty vznikajú väčšinou na báze dohody dvoch strán a slúžia väčšinou na to, aby sa určité dohodnuté transakcie vykonali v budúcnosti. S niektorými druhmi derivátov sa obchoduje na burzách, a vtedy majú vždy štandardizované vlastnosti a riadia sa presnými pravidlami stanovenými burzou. S ostatnými sa obchoduje na mimoburzových trhoch najmä prostredníctvom bánk, pričom vlastnosti derivátu sa vtedy určia na základe preferencií zmluvných strán.

Jedným z najobchodovanejších a najznámejších derivátov, s ktorým sa obchoduje na burzách je tzv. futures kontrakt. Ide o dohodu dvoch strán, z ktorých jedna sa v budúcnosti zaväzuje dodať určité dohodnuté aktívum a druhá strana sa zaväzuje zaň zaplatiť dohodnutú sumu. Tento druh derivátu má za sebou už pomerne dlhú históriu. Ak neberieme do úvahy úplné prvopočiatky, teda akési dohody o budúcich plneniach, ktoré sa zaužívali už v 12. storočí, tak korene futures v ich súčasnej podobe siahajú do polovice 19. storočia. Vtedy sa v Chicagu systematickejšie začal organizovať trh s obilím vďaka založeniu Chicago Board of Trade. V tom čase boli časté cenové fluktuácie obilia, a s tým bola spojená neistota ohľadne budúcnosti. Preto sa začali používať dohody s plnením posunutým aj do pomerne vzdialenej budúcnosti. Tieto „termínové obchody“ vytvárali možnosti uplatnenia aj pre špekulantov. Futures boli teda zaujímavé pre rôzne skupiny obchodníkov, čo podporovalo rozmach tohto trhu. Postupne sa dospelo k dnešnej podobe, keď sa na najväčších burzách s futures: Chicago Board of Trade (CBOT), Chicago Mercantile Exchange (CME), London International Financial Futures and Options Exchange (LIFE), Tokyo Finance Exchange a ďalších, denne obchodujú obrovské množstvá kontraktov. Je to aj dôsledok toho, že futures sú v súčasnosti najmä prostriedkom špekulatívneho obchodovania, keďže len v 2% zo všetkých obchodov sa uskutoční dodanie nejakého podkladového aktíva.

Množstvo ľudí na celom svete sa zaoberá obchodovaním s futures, preto existuje veľa publikácií, ktoré popisujú teoretické aj praktické aspekty tejto problematiky. Bežne sa dajú nájsť aj popisy a vysvetlenia rôznych stratégií obchodovania. Sotva by sme však

v literatúre našli 100%-ne spoľahlivý návod na zbohatnutie. Obchodník sa môže literatúrou inšpirovať, avšak konkrétnu a detailnú stratégiu si musí vytvoriť sám. O to sa budeme snažiť aj my v tejto diplomovej práci, kde skonštruujeme vlastné stratégie, budeme ich testovať na historických dátach a pokúsime sa ich aj teoreticky obhájiť.

# Obsah

Úvod	8
1. Futures kontrakty a burza	
1.1 Všeobecná charakteristika futures	9
1.2 Proces obchodovania na burze	11
1.3 Špecifiká Treasury bond futures (TB futures)	13
1.4 Špecifiká Eurodollárových futures (ED futures)	17
2. Vzťah cien futures a forwardov	
2.1 Úvod do problematiky	19
2.2 Odvodenie vzťahu ceny ED futures a príslušnej forwardovej ceny	21
2.3 Odvodenie vzťahu ceny TB futures a príslušnej forwardovej ceny dlhopisu	24
3. Špekulatívne stratégie obchodovania s futures	
3.1 Sledovanie trendu (Trend following, Position trading)	26
3.2 Denné obchodovanie (Day trading)	27
3.3 Obchodovanie v rozpore s trendom (Contratrend trading)	27
3.4 Spready (Spreads)	28
Úvod do konštruovania stratégií obchodovania s futures.	31
4. Prvá stratégia obchodovania s eurodollárovými futures a s Treasury bond futures	
4.1 Všeobecná konštrukcia stratégie	32
4.2 Značenie, bližšia charakteristika stratégie a výpočty pre eurodollárové futures	32
4.3 Značenie, bližšia charakteristika stratégie a výpočty pre Treasury bond (TB) futures	36
4.4 Stanovenie kritérií a výsledky 1. stratégie pre eurodollárové futures a TB futures	37
5. Druhá stratégia obchodovania s eurodollárovými futures a s Treasury bond futures	
5.1 Všeobecná konštrukcia stratégie	40
5.2 Značenie, bližšia charakteristika stratégie a výpočty pre Treasury bond futures a pre eurodollárové futures	41
5.3 Výsledky 2. stratégie pre Treasury bond futures a eurodollárové futures	46
6. Tretia stratégia: Obchodovanie s eurodollárovými futures	
6.1 Všeobecná konštrukcia stratégie	48
6.2 Hypotéza stratégie	49
6.3 Značenie	51
6.4 Schematický spôsob rozhodovania, príklad a výpočty	52

6.5 Výsledky 3.stratégie pre eurodollárové futures.	56
7. Štvrtá stratégia: obchodovanie s Treasury bond futures	
7.1 Konštrukcia stratégie	58
7.2 Výpočty a spôsob rozhodovania	60
7.3 Výsledky 4.stratégie pre TB futures.	61
Zhodnotenie výsledkov	64
Záver	66
Lieratúra	67
Príloha č.1	68

## Úvod

Témou diplomovej práce sú stratégie obchodovania s futures. Táto téma sa dá poňať teoreticky aj prakticky. My v tejto práci zvolíme kombináciu oboch prístupov, avšak s prvoradým cieľom skonštruovať vlastné stratégie, ktoré budú dlhodobo výnosné.

Prvú časť tejto práce venujeme teórii, ktorá je nevyhnutná na pochopenie samotnej podstaty futures, procesov obchodovania s nimi a je potrebná aj pre konštrukciu našich stratégií. Teoretickú časť rozčleníme na 3 kapitoly. V prvej charakterizujeme futures kontrakty, proces obchodovania na burze, zameriame sa aj na špecifiká 2 druhov futures kontraktov: Treasury bond futures a eurodollárové futures, keďže práve pre tieto druhy futures budeme v praktickej časti vytvárať stratégie obchodovania. V druhej kapitole sa budeme venovať vzťahu medzi forwardovou cenou a cenou futures. Výsledky tejto kapitoly následne použijeme aj v praktickej časti. V tretej kapitole popíšeme niektoré stratégie obchodovania s futures, ktoré sa v rôznych publikáciách bežne uvádzajú a obchodníkom sú zväčša dobre známe.

Kapitoly 4,5,6 a 7 venujeme už našej vlastnej praktickej práci. Každá kapitola obsiahne jednu stratégiu, ktorú podrobne popíšeme, ozrejníme na grafických príkladoch a nakoniec uvedieme výsledky testovania na historických dátach. Stratégie sú zoradené od menej úspešných a súčasne jednoduchších po zložitejšie a úspešnejšie, aby to odrážalo spôsob, akým sme skutočne postupovali v praktickej práci.



# 1. Kapitola

## Futures kontrakty a burza

### 1.1 Všeobecná charakteristika futures

Futures kontrakty sú finančné nástroje svojou povahou veľmi podobné forwardovým kontraktom, avšak súčasne sa tieto dva nástroje aj v mnohom odlišujú. V oboch prípadoch ide o finančné deriváty, ktoré spočívajú v dohode dvoch strán – predávajúcej a kupujúcej – o tom, že v určitom stanovenom čase v budúcnosti za dohodnutú cenu predá jedna strana druhej určité aktívum označované ako podkladové aktívum. Kým s forwardovými kontraktmi sa obchoduje najmä prostredníctvom bankových subjektov, s futures sa obchoduje na burze, a v dôsledku tejto odlišnosti sa vyvinuli aj mnohé iné rozdiely. Sú to najmä tieto:

1. Pri uzavretí forwardového kontraktu sa podmienky ako dátum expirácie kontraktu, druh a množstvo podkladového aktíva, miesto a spôsob jeho dodania a jeho vyplatenie dohodnú podľa individuálnych preferencií zmluvných strán, pričom všetky tieto podmienky sú pre futures pevne stanovené burzou a obchodníci si musia vybrať z obmedzeného počtu možných kontraktov. Táto inštitucionalizácia futures je nevyhnutná na zabezpečenie likvidity burzy. Vďaka veľmi vysokej likvidite svetových búrz, na ktorých sa obchoduje s futures, je zabezpečené, že investor môže prakticky v každom okamihu uzavrieť futures kontrakt, pričom burza je vždy schopná priradiť mu protistranu a nie je potrebné, aby sa zmluvné strany osobne poznali.
2. Pokiaľ účelom forwardových kontraktov je skutočné naplnenie dohody a zmluvné strany majú povinnosť konať podľa nej, pre futures to neplatí. Väčšina obchodníkov obchoduje s futures zo špekulatívnych dôvodov za účelom zisku, pričom v týchto prípadoch nedôjde k naplneniu dohody dodaním podkladového aktíva, ale dohoda sa predčasne ukončí úkonom, ktorý sa označuje ako „uzavretie pozície“. Bližšie sa tomu pojmu budeme venovať v časti 1.2 tejto kapitoly.
3. Pri forwardových kontraktoch je presne stanovený dátum dodania podkladového aktíva, kým pre niektoré druhy futures (ale nie všetky) je stanovený len určitý časový interval pre dodanie, v rámci ktorého si predávajúca strana môže ľubovoľne vybrať konkrétny deň. Týmto sa vnáša do obchodovania určitá neistota a sťažuje sa výpočet teoretickej ceny futures.

4. Ako posledný, ale zrejme najdôležitejší rozdiel medzi futures a forwardmi spočíva v spôsobe organizácie vzájomných vzťahov oboch strán futures kontraktu ešte pred dodaním podkladového aktíva, alebo iným vyrovnaním záväzkov. Už v priebehu tohto obdobia majú obe strany možnosť zarobiť alebo stratiť v závislosti od vývoja ceny futures. Umožňuje to spôsob fungovania burzy, ktorá na základe informácie o vývoji ceny futures každý deň pripíše na účet jednej strany zisk a o rovnakú sumu zníži stav účtu druhej strany. Tieto účty sú spravované burzou.

Ako sme už spomenuli, pri obchodovaní na burze s futures si investor môže vybrať zo širokého, ale presne stanoveného a špecifikovaného spektra futures. Tieto špecifiká sú nasledovné:

- **Podkladové aktívum:** Podkladovým aktívom môžu byť ako komodity, tak aj finančné nástroje ako mena, cenné papiere (dlhopisy, akcie, opcie,...). Na zabezpečenie prehľadnosti najmä pri obchodovaní s komoditnými futures stanovuje burza veľmi presné vlastnosti, ktoré musí aktívum spĺňať. Pri finančných futures väčšinou nie je potrebný rozsiahly popis, keďže sa dajú jednoducho, ale pritom jednoznačne definovať, potrebné je to však pri komoditách.

- **Dodané množstvo podkladového aktíva:** Je stanovené burzou tak, aby bolo vhodné pre potenciálnych investorov, ktorí by mohli mať záujem na danom aktíve. Nevhodným zvolením množstva by sa mohli buď zvýšiť transakčné náklady pre investorov (pri nízkom množstve) alebo by boli niektorí vytlačení z trhu (pri príliš vysokých množstvách). Pre finančné futures sú zaužívané dodávané podkladové aktíva s vyššou hodnotou ako napríklad pre komodity.

- **Spôsob dodania podkladového aktíva a vyrovnania záväzkov:** Pre komoditné futures je dôležité presné stanovenie miesta dodania, aby sa na základe toho dali presne určiť transakčné náklady, ktoré sa zahrnú do celkovej ceny futures. V praxi si možno miesto dodania modifikovať, ale následne si obchodníci upravujú aj vyplatenú cenu. Pre finančné futures sa buď určí postup pre dodanie určitého finančného nástroja alebo sa v niektorých prípadoch vyrovnajú vzájomné záväzky v hotovosti, najmä ak je to praktickejšie. Tak je o napr. pre futures na index S&P500 alebo eurodollárové futures. O spôsobe hotovostného vyrovnania bude reč nižšie.

- **Mesiace dodania:** Futures kontrakty sú definované tak, že k dodaniu podkladového aktíva môže dôjsť len v rámci určitých stanovených mesiacov. Ide zväčša o štyri alebo päť mesiacov, ktoré sú rozložené pravidelne počas roka (napr. marec, jún, september a

december pre Treasury bond futures). Burza ďalej definuje interval dodania v rámci tohto mesiaca. Často je to celý mesiac (napr. Treasury bond futures), inokedy len časť mesiaca alebo len jeden deň (Eurodollárové futures). Ak je stanovený určitý interval dodania, konkrétny termín si vyberie strana, ktorá má niečo dodať a druhá strana je povinná to akceptovať.

- **Limity denných cenových zmien:** Pre niektoré druhy futures sú najmä z dôvodu predchádzania nadmerným špekulatívnym manipuláciám zavedené limity pre dennú zmenu ceny (napr. eurodollárové futures), po dosiahnutí ktorej burza zastaví obchodovanie s daným futures na zvyšok dňa. Pre iné druhy futures (napr. Treasury bond futures) takéto limity stanovené nie sú.

- **Limitovanie pozícií:** Limitovaním pozícií sa myslí stanovenie maximálneho počtu daného druhu kontraktov, ktoré môže investor vlastniť. Tým sa má tiež zabrániť vyvíjaniu neúnosných špekulatívnych tlakov na burzu.

## 1.2 Proces obchodovania na burze

Pri charakterizovaní procesu obchodovania na burze sa zameriame na najdôležitejšie črty, aby sme vytvorili základný obraz o tomto procese.

- **Kto môže obchodovať**

Priamo na burze bez ďalších sprostredkovateľov obchodujú subjekty, ktoré si kúpili miesto na burze a stali sa tým jej členmi. Ostatné subjekty, t.j. spoločnosti, ale aj fyzické osoby, ktoré takéto miesto kúpené nemajú, sa tiež môžu zapojiť do obchodovania, ale už len prostredníctvom brokerskej spoločnosti.

- **Druhy pozícií**

Pri uzavretí futures kontraktu sa investor zaväzuje v budúcnosti niečo predať, vtedy hovoríme, že je v krátkej pozícii, alebo niečo kúpiť, čo označujeme ako dlhá pozícia.

- **Uzavretie pozície**

Ako sme už spomenuli, účelom väčšiny uzavretých futures kontraktov nie je dodanie podkladového aktíva. Tomuto dodaniu sa dá vyhnúť tzv. uzavretím pozície, ktoré spočíva v tom, že investor uzavrie rovnako špecifikovaný futures kontrakt ako predtým, ale tentoraz v opačnej pozícii. Tým pádom sa jeho záväzky evidované na burze akoby

vynulujú. Motivácia pre uzavretie pozície okrem dôvodu vyhnutia sa dodaniu bude zrejmá z nasledovného odseku.

- **Margin a jeho fungovanie**

Najdôležitejší rozdiel medzi obchodovaním s futures a obchodovaním s forwardmi spočíva v tom, že obchodovanie s futures je konštruované tak, že investorovi umožňuje dosahovať zisk alebo utrieť stratu v časovom úseku od uzavretia kontraktu po jeho expiráciu v závislosti od vývoja ceny príslušného futures v tomto období. Spolu s možnosťou uzavrieť pozíciu, to vytvára ideálne podmienky na špekulatívne obchodovanie. To sa prejavuje v praxi tým, že 98% obchodov má špekulatívny charakter. Spomínané zisky a straty sa pripisujú na tzv. margin account. Je to špeciálny účet vedený burzou, ktorý musí mať každý investor od začiatku obchodovania. Po uzavretí kontraktu musia obe zmluvné strany zložiť na svoj účet určitú počiatočnú sumu – tzv. „initial margin“. Stav na tomto účte sa na konci každého dňa upraví na základe ceny, za ktorú sa v priemere ku koncu toho dňa obchodovalo - tzv. „settlement price“. Ak je táto hodnota vyššia ako bola v predchádzajúci deň, tak to spôsobí, že suma zodpovedajúca tejto dennej zmene ceny sa pripíše v prospech strany, ktorá má dlhú pozíciu a v rovnakej sume sa zníži majetok na účte strany s krátkou pozíciou. Ak by cena futures za posledný deň poklesla, zisky a straty by sa pripisovali presne opačne. Tento proces aktualizácie stavu majetku sa označuje ako „marking to market“ alebo „prepočet na trh“.

Majetok na margin account však nemôže byť ľubovoľne malý, ale je stanovená určitá suma, tzv. „maintanance margin“, pod ktorú ak majetok na účte klesne, je potrebné doplniť ho na úroveň initial margin určitou sumou označovanou ako „variation margin“. Ak dôjde k takému poklesu, investor bude vyzvaný na doplnenie účtu. Ak na túto výzvu, ktorá sa nazýva „margin call“, investor nereaguje v priebehu krátkeho času, jeho broker mu uzavrie pozície.

Systém takéhoto priebežného dopĺňania margin account má za cieľ predchádzať stratám burzy, ktoré by mohli nastať v prípade krachu investora. V praxi to funguje v celku efektívne, keďže takmer neexistujú prípady, z ktorých by mala burza stratu. Burza stanovuje určité minimálne hranice pre initial margin a maintanance margin avšak broker môže od klienta požadovať aj vyššie sumy. Maintanance margin sa pohybuje väčšinou na úrovni 75% z initial margin.

Niektoré brokerské spoločnosti umožňujú úročenie peňazí uložených na margin account a niekedy je tiež možné uložiť do depozita cenné papiere miesto hotovosti ako

initial margin. Pre následné dopĺňania margin account sa však už cenné papiere nesmú použiť. Pri týchto možnostiach teda majetok uložený na margin account nemusí nutne spôsobovať ušlý zisk.

- **Vyrovnanie záväzkov dodaním alebo v hotovosti**

Ak obchodník s krátkou pozíciou neuzavrie pozíciu, ale rozhodne sa naplniť kontrakt tým, že dodá určité podkladové aktívum, oznámi tento úmysel burze. Tá mu určí obchodníka, ktorý má otvorenú dlhú pozíciu pre rovnaký futures kontrakt, a ten musí dodanie akceptovať. Kúpna cena za dodané aktívum je zhodná s tzv. „settlement price“ platnú v deň, keď sa oznámil úmysel dodať aktívum. Settlement price sa stanovuje ako priemer cien, za ktoré sa obchodovalo tesne pred skončením obchodovania v daný deň. Táto cena sa aplikuje miesto ceny dohodnutej vo futures kontrakte, keďže zisky alebo straty vyplývajúce z rozdielu settlement price a dohodnutej ceny sa už odzrkadlili priebežne na margin account. Ako sme už spomínali, nie vždy sa záväzky vyrovnajú dodaním aktíva, niekedy sa to vykoná v hotovosti. Spočíva to v tom, že obe strany uzavru pozície a celková strata jednej strany a zisk druhej sa odrazí na margin account po poslednom prepočte na trh. Obe strany si vyberú obsah svojich margin account a žiadne ďalšie transakcie už neprebahnú. Pri týchto druhoch futures bude zrejme stanovený len posledný obchodovateľný deň a nie akýsi časový interval „dodania“, keďže k žiadnemu dodaniu nedochádza a vyrovnanie záväzkov má len efekt uzavretia pozície. Pri prepočte na trh sa počíta denná zmena ceny vzhľadom na hodnotu settlement price, ktorá sa nastaví tak, aby bola zhodná s uzatváracou cenou podkladového aktíva v ten deň (close price). Tým sa zabezpečuje konvergencia spotovej ceny a ceny futures, ktorá je nevyhnutná v posledný obchodovateľný deň na predchádzanie arbitráži, keďže v ten deň obe ceny predstavujú identické pojmy.

Nakoľko sa v diplomovej práci budeme zaoberať predovšetkým dvoma druhmi finančných futures na úrokové miery, a to Treasury bond futures a Eurodollarovými futures, v nasledovných častiach 1.3 a 1.4 uvedieme podrobnejšiu charakteristiku oboch typov kontraktov a spôsobu obchodovania s nimi.

### 1.3 Špecifiká Treasury bond futures (TB futures)

Ide o futures, ktorého podkladovým aktívom je ľubovoľný vládny dlhopis (Treasury bond) s nominálnou hodnotou 100 000\$, ktorému ostáva v čase dodania aspoň 15 rokov do

maturity a v prípade, že ide o dlhopis, ktorý môže byť vládou odkúpený aj pred maturitou (tzv. callable bond), tak táto možnosť nesmie pre vládu nastať skôr ako o 15 rokov po dodaní dlhopisu. Toto je isté špecifikum oproti iným druhom finančných futures, pre ktoré býva jednoznačne definované podkladové aktívum. Pri obchodovaní s Treasury bond futures má v prípade dodania obchodník s krátkou pozíciou na výber z desiatok dlhopisov s rôznou maturitou a výškou vyplácaného kupónu, ktoré spĺňajú uvedené podmienky. Dôsledkom tejto neurčitosti sú aj nasledovné **špecifiká tohto kontraktu**:

- **Stanovenie kúpnej ceny**

Pri stanovení kúpnej ceny sa musí zohľadniť druh konkrétneho dodaného dlhopisu (teda dĺžka maturity a výška kupónu), keďže na burze sa udáva len akási referenčná cena. Zohľadní sa to dvoma spôsobmi: pomocou konverzného faktora a pripočítaním akruovaného úroku. Tieto dve veličiny sú definované nasledovne: **Akruovaný úrok** = nevyplatená časť kupónu pripadajúca na obdobie od poslednej platby kupónov po okamih dodania dlhopisu.

**Konverzný faktor** = hodnota dlhopisu v prvý deň mesiaca dodania s nominálnou hodnotou 1 USD a s kupónom, ktorý sa v percentuálnom vyjadrení rovná tomu, ktorý má dodaný dlhopis, ako aj s rovnakou maturitou ako má dodaný dlhopis. Pri určení hodnoty kupónov a nominálnej hodnoty vyplatených v budúcnosti, sa použije diskontný faktor 6% (platí od 22.9.1999) alebo 8% (platilo do 21.9.1999). Z toho tiež vyplýva, že konverzný faktor je v súčasnosti pre dlhopis so 6% kupónom rovný 1.

Zaplatená cena pripadajúca na 100USD z nominálnej hodnoty dlhopisu sa potom určí nasledovne:

$$\text{Zaplatená cena} = \text{cena futures na burze} * \text{konverzný faktor} + \text{akruovaný úrok}$$

- **Výber dodaného dlhopisu**

V čase dodania dlhopisu si obchodník vyberá z množstva dlhopisov, ktoré sú k dispozícii taký, ktorý je preňho najlacnejší v zmysle, že rozdiel trhovej ceny toho dlhopisu a ceny futures upravenej o konverzný faktor a akruovaný úrok je čo najmenší:

$$\text{trhová cena dodaného dlhopisu} - (\text{cena futures} * \text{konverzný faktor} + \text{akruovaný úrok}) \rightarrow \text{min.}$$

Obchodník si teda zistí tento rozdiel pre všetky dostupné dlhopisy a vyberie si optimálny.

Obchodníci s dlhou pozíciou tiež vedia o tom, že investori s krátkou pozíciou si týmto spôsobom vyberajú dodávaný dlhopis, a teda tomu budú prispôsobovať aj nimi navrhované ceny. Môžeme potom zrejme predpokladať, že ceny futures budú zhruba odrážať forwardovú cenu dlhopisu, ktorá je zo všetkých možných cien dlhopisov, ktoré bude možné v čase dodania dodať, najnižšia. Obchodníci, ktorí by chceli obchodovať s dlhou pozíciou, by zrejme nepristali na to, keby bola cena futures neprimerane vyššia ako forwardová cena Treasury bond-u, za ktorú by ho mohli získať v budúcnosti aj bez uzavretia futures kontraktu. Na druhej strane, keby bola futures cena značne nižšia ako forwardová, bolo by to zjavne nevýhodné pre obchodníkov s krátkou pozíciou. Samozrejme z toho nevyplýva, že ceny futures a forwardové ceny sa musia rovnať, keďže v úvode spomínané rozdiely medzi týmito kontraktmi (a to najmä možnosť zisku alebo straty ešte pred expiráciou futures kontraktu) spôsobujú, že vôbec nejde o identické finančné nástroje.

Ak by obchodník s dlhou pozíciou chcel odhadnúť, aká by bola futures cena najlacnejšieho dlhopisu, ktorý by mu v čase dodania mohol investor s krátkou pozíciou dodať, postupoval by nasledovne:

- a) Pre všetky dlhopisy, ktoré splňajú podmienky pre dodanie v čase expirácie futures, sa vypočíta ich forwardovú cenu
- b) Na tieto forwardové ceny sa aplikuje konverzný faktor a akruovaný úrok, tak aby sme dosiahli odhad pre futures ceny v tvare, v akom sa uvádzajú na burze. Teda:  
$$\text{odhad ceny futures} = (\text{forwardová cena} - \text{akruovaný úrok}) / \text{konverzný faktor}$$
- c) Z odhadov ceny futures pre všetky prípustné dlhopisy sa vyberie minimálna cena – to je cena, ktorú obchodník s dlhou pozíciou hľadá.

Takto zistená cena bude pre obchodníkov na burze akýmsi vodítkom pre určovanie ceny futures, pričom sa však skutočná cena futures vôbec nemusí úplne presne zhodovať s takto vypočítanou cenou. To vyplýva z už spomínaného rozdielu medzi forwardom a futures, a tiež to môžu spôsobiť krátkodobé očakávania investorov.

Na tento načrtnutý vzťah medzi forwardovou cenou toho dlhopisu, ktorého cena je najnižšia a cenou dohodnutou vo futures kontrakte naviažeme aj v praktickej časti tejto diplomovej práce.

- **Divoká karta**

Určité špecifikum obchodovania s Treasury bond futures oproti niektorým iným druhom futures vyplýva z rôzne stanoveného času ukončenia nasledovných aktivít: obchodovania s TB futures ( koniec o 14.00), obchodovania so samotnými Treasury bonds ( koniec o 16.00) a oznamovania úmyslu dodať podkladové aktívum (oznamuje to obchodník s krátkou pozíciou Zúčtovaciemu stredisku do 20.00 ). Táto odlišnosť v časoch ukončenia uvedených aktivít vytvára pre obchodníkov s krátkymi pozíciami nasledovnú príležitosť, ktorá je známa ako Divoká karta:

Obchodník s krátkou pozíciou pozná cenu, ktorú by mu zaplatila druhá strana, keby sa rozhodol dodať podkladové aktívum a tento úmysel by ešte v ten deň oznámil Zúčtovaciemu stredisku – je to tzv. settlement price spomínaná v časti 1.2 odsek „Vyrovnanie záväzkov dodaním alebo v hotovosti“. Po ukončení obchodovania s TB futures má tento obchodník možnosť ešte počas dvoch hodín sledovať vývoj cien Treasury bonds a porovnávať ich so settlement price. V prípade, ak bolo pre obchodníka už na začiatku tohto dvojhodinového intervalu výhodné oznámiť úmysel dodať podkladové aktívum (výhodnosťou myslíme to, že by na tom zarobil) a on sa rozhodne počkať na vývoj počas týchto dvoch hodín, tak možnosť tohto čakania nemôžeme považovať ani za výhodu ani nevýhodu, keďže nevieme ako sa budú ceny vyvíjať. Avšak pre obchodníka, ktorý by bol na začiatku uvedenej dvojhodinovej periódy v zjavne nevýhodnej situácii, v ktorej by sa mu neoplatilo oznámiť úmysel dodať podkladové aktívum a uzavrieť pozície, by táto možnosť sledovať vývoj cien Treasury bonds buď nezmenila jeho situáciu ( teda ani naďalej by preňho nebolo výhodné uzavrieť pozície) alebo by ju mohla zlepšiť. To by nastalo v prípade dostatočného poklesu cien Treasury bonds. Teda celkovo túto možnosť môžeme považovať za prínos pre obchodníkov s krátkou pozíciou. To sa napokon odráža aj v cenách futures, ktoré sú z tohto dôvodu nižšie ako by boli pri neexistencii Divokej karty.

Uvedieme ešte súhrn základných charakteristík TB futures kontraktu, ktorý sa obchoduje na burze v Chicagu (Chicago Board of Trade - CBOT)<sup>1</sup>:

- nominálna hodnota (face value) = \$100 000
- initial margin = \$1553 , maintenance margin=\$1150
- mesiace dodania: marec, jún, september, december

---

<sup>1</sup> Charakteristiky rôznych druhov futures kontraktov sa dajú nájsť na stránke: [www.cbot.com](http://www.cbot.com)



- prvý deň dodania: prvý pracovný deň v mesiaci dodania
- posledný deň dodania : posledný pracovný deň v mesiaci dodania
- posledný obchodovateľný deň: 7. deň pred posledným pracovným dňom mesiaca dodania
- spôsob uvádzania ceny futures na burze (index): v celých bodoch a 32-tinách bodu , pričom 1 bod zodpovedá \$1000; príklad ceny futures:

$$80-16 \sim 80 + 16/32 \text{ bodu} \sim \sim \$80\,500$$

na margin account sa zmena cenového indexu futures o 1 bod prejaví zmenou majetku o \$1000

- limity denných zmien ceny: žiadne

#### 1.4 Špecifiká Eurodollárových futures (ED futures)

Podobne ako aj TB futures aj ED futures je derivátom úrokovej miery. Pokiaľ pri TB futures bol podkladovým aktívom vládny dlhopis, ktorého cena sa stanovila vo futures kontrakte a len implicitne z tohto kontraktu vyplýval budúci výnos, podkladovým aktívom eurodollárových futures je samotná budúca 3 mesačná úroková miera. Táto trojmesačná úroková miera prislúcha k tzv. Eurodollárovým depozitom s nominálnou hodnotou 1 milión USD.

- **Čo je Eurodollárový depozit?**

Je to dolárový vklad uložený v zahraničnej banke mimo USA. Pôvodne sa tieto vklady realizovali v rámci Európy, od čoho je odvodený ich názov. V súčasnosti sa však tieto vklady dolárov rozšírili po celom svete a pod Eurodollármi sa teraz rozumie vklad v ľubovolnej zahraničnej banke mimo USA. Na tieto vklady sa aplikuje úroková miera označovaná ako LIBOR = London Interbank Offer Rate, ktorá sa stanovuje ako určitý priemer z úrokových mier, ktoré si navzájom poskytujú najvýznamnejšie londýnske banky. Teoreticky uzavretím ED futures kontraktu obchodník s dlhou pozíciou sľubuje v čase expirácie futures kontraktu dodať druhej strane 1 milión dolárov do depozitu na 3 mesiace a obchodník s krátkou pozíciou sľubuje po 3 mesiacoch vrátiť nominálnu hodnotu vkladu (teda 1 milión dolárov) spolu s dohodnutým úrokom. K týmto transakciám však v skutočnosti nedochádza, keďže vzájomné záväzky z futures kontraktu sa vyrovnajú v hotovosti v posledný obchodovateľný deň. Spôsob takéhoto vyrovnania záväzkov sme uviedli v časti 1.2 a podčasti Vyrovnanie záväzkov dodaním alebo v hotovosti.

Dohodnutý futures úrok sa samozrejme odvíja od spomínaného LIBOR-u a môžeme ho považovať za budúci 3-mesačný LIBOR. Hodnota Futures úroku a LIBOR-u sú navzájom pevne zviazané, ale s výnimkou dňa expirácie futures sa nemusia rovnať. Z dôvodu nutnosti konvergencie futures úroku a 3-mesačného LIBOR-u v deň expirácie futures, nestanovuje burza v tento deň settlement price bežným spôsobom (časť 1.2 Margin a jeho fungovanie), ale stanoví ho presne na hodnotu LIBOR-u aktuálneho v ten deň.

▪ **Cenový index a stanovenie ceny kontraktu**

Aktuálny futures úrok sa na burze neuvádza priamo, ale v tvare indexu. Ak si futures úrok označíme  $R$ , tak potom sa tento index počíta ako:  $100 - R$ .  $R$  je ročná úroková miera (per annum). Ak si označíme  $Z$  hodnotu tohto indexu, tak cena kontraktu sa určuje nasledovne:

$$10\,000 \times (100 - 0,25 \times (100 - Z))$$

Hodnota  $100 - Z$ , ktorá predstavuje futures úrok sa pre násobí 0,25, keďže futures úrok sa bude aplikovať len počas troch mesiacov. Z takéhoto spôsobu určovania ceny kontraktu je potom zrejmé, že zmena indexu o 1 bod bude zodpovedať zmene ceny kontraktu o \$2500. Táto zmena ceny sa pri každodennom prepočte na trh (marking to market) prejaví na margin account v rovnakej výške. Teda zmena indexu o 1 bod spôsobí buď zisk alebo stratu na margin account v hodnote \$2500.

Uvedieme ešte súhrn základných charakteristík ED futures kontraktu, ktorý sa obchoduje na burze v Chicagu (Chicago Mercantile Exchange- CME) :

- nominálna hodnota (face value) = \$1 000 000
- initial margin = \$945 , maintenance margin=\$700
- mesiace expirácie futures: marec, jún, september, december
- ukončenie obchodovania : o 11.00 v 2. pracovný deň pred 3.stredou v mesiaci expirácie
- limity denných zmien ceny: nárast alebo pokles o 2 body cenového indexu oproti referenčnej cene = settlement price z predchádzajúceho dňa

## 2. Kapitola

### Vzťah cien futures a forwardov

V tejto kapitole sa budeme venovať vzájomnému vzťahu cien futures a forwardových cien. Aj keď majú futures a forwardy veľa spoločného, existujú medzi nimi aj mnohé rozdiely, ktoré sme už spomínali v 1. kapitole. Tieto spôsobujú, že ceny oboch druhov kontraktov sa budú navzájom často líšiť. My sa budeme snažiť odvodiť odhad toho, akým spôsobom sa odlišnosti oboch kontraktov prejavia v odchýlke ceny futures od forwardovej ceny.

Na úvod uvedieme ilustratívny príklad toho, akým spôsobom odlišnosti kontraktov vplývajú na vzťah cien. Tento vzťah odvodíme len na základe logických úvah bez akýchkoľvek výpočtov. Ďalej odvodíme všeobecný vzorec pre výpočet ceny futures, na základe ktorého potom budeme môcť stanoviť podmienky, za ktorých sa ceny futures a forwardové ceny rovnajú. Následne pomocou Ho & Lee modelu úrokových mier matematicky odvodíme vzťah ceny futures a forwardových cien pre TB futures a pre ED futures.

#### 2.1 Úvod do problematiky

V závere tejto časti uvedieme tvrdenie, ktoré hovorí, že za predpokladu predpovedateľnosti budúceho vývoja úrokových mier sa ceny futures a forwardov budú rovnať. Najprv však ukážeme, že ak tento predpoklad neplatí, tak ceny futures a forwardov by sa pre určité druhy podkladových aktív určite mali odlišovať.

Majme nejaký futures kontrakt, ktorého podkladové aktívum je také, že vývoj jeho ceny je silne kladne korelovaný s vývojom úrokovej miery. T.j. ak rastie úroková miera tak stúpa cena podkladového aktíva, a teda aj prislúchajúca cena futures, a naopak ak klesá úroková miera, tak klesá aj cena aktíva. Nárast úrokovej miery, a tým aj ceny futures, by pre obchodníka s dlhou pozíciou znamenal zvýšenie prostriedkov na margin account. Tento zisk by mohol byť investovaný pri aktuálnom zvýšenom úroku. Pokles úrokovej miery by pre tohto obchodníka s dlhou pozíciou znamenal pokles prostriedkov na margin account, ktoré by v prípade potreby mohli byť doplnené z požičaných prostriedkov, na ktoré by sa aplikoval aktuálny znížený úrok. Z tohto vyplýva, že vo všeobecnosti by malo byť výhodnejšie pri takýchto futures voliť dlhú pozíciu a nie krátku. Keďže forwardové kontrakty ostávajú neutrálne voči takýmto vplyvom, pričom pri futures kontraktoch sú obchodníci s dlhou pozíciou zvýhodnení, tak cena futures, ktorú zaplatia títo obchodníci by

mala byť zvýšená oproti forwardovej cene kvôli spomínanému zvýhodnenému postaveniu. Presne naopak by to fungovalo v prípade futures kontraktu, ktorého podkladové aktívum by malo cenu silne záporne korelovanú s úrokovou mierou. Vtedy by sa viac oplátilo obchodovať s krátkou pozíciou a zvýhodnenie tejto pozície by sa kompenzovalo tým, že cena futures, za ktorú by obchodník predával dané aktívum, by bola oproti forwardovej cene nižšia. Vplyv kladnej alebo zápornej korelácie ceny podkladového aktíva a úrokovej miery sa viac prejaví pri podkladových aktívach s dlhšou maturitou. Pri aktívach s krátkou maturitou ako napr. ED futures (tri mesiace) je tento vplyv zanedbateľný. Súvisí to s tým, že pri aktívach s dlhšou maturitou (napr. TB futures – 30 rokov) sa zmena úrokovej miery silnejšie prejaví v následnej zmene ceny podkladového aktíva ako pri aktívach s krátkou maturitou.

Z týchto úvah je zrejmé, že rozdiely v cenách futures a forwardov určite existujú. Teraz uvedieme tvrdenie, ktoré hovorí o všeobecnom vzorci pre výpočet ceny futures. Porovnaním tejto ceny s forwardovou cenou bude potom zrejmé, za akých okolností sa musia tieto ceny rovnať. Toto tvrdenie nebudeme odvádzať<sup>2</sup>. Pre nás je dôležitý najmä samotný vzorec, ktorý využijeme aj v nasledovných častiach 2.2 a 2.3.

### **Tvrdenie:**

Nech sú pri obchodovaní s futures splnené podmienky pre samofinancované stratégie, t.j. obchodníci s futures majú dostatočný majetok v podobe hotovosti, prostriedkov na bankových účtoch, cenných papierov atď., a teda si pri investovaní nemusia požičiavať, a nech sú splnené podmienky bezarbitrážnosti. Označme ako  $U_t$  cenu futures s časom do expirácie  $\tau$  v čase  $t$ ,  $S_t$  cenu podkladového aktíva v čase  $t+\tau$ ,  $B_t$  zhodnotenie 1 peňažnej jednotky za obdobie dĺžky  $t$ . Potom platí nasledovný všeobecný vzťah pre výpočet ceny futures:

$$\Rightarrow E_Q[S_\tau | F_t] = U_t, \quad (1)$$

kde  $F_t$  je informácia v čase  $t$

$E_Q$  je podmienená stredná hodnota pri pravdepodobnostnej miere  $Q$

$Q$  je rizikovoneutrálna striktné kladná pravdepodobnostná miera, pre ktorú platí, že

$S_t^*$  ( $S_t^* = S_t/B_t$ ) je  $Q$ -martingál, t.j.  $E_Q[S_{t+1}^* | F_t] = S_t^*$ .

---

<sup>2</sup> Odvodenie uvedeného vzťahu je uvedené v publikácii : [3] Pliska Stanley R.: Introduction to mathematical finance : Discrete time models

Nech ďalej vývoj úrokovej miery reprezentovaný veličinou  $B_t$  je deterministická funkcia, potom sa cena futures a forwardová cena rovnajú.

Posledná časť tvrdenia je zrejmá z porovnania vzťahu pre výpočet forwardovej ceny s (1).

$$\text{Vzťah pre forwardovú cenu je nasledovný: } O_t = \frac{S_t}{E_Q\left[\frac{B_t}{B_\tau} | F_t\right]} = \frac{E_Q\left[S_\tau \frac{B_t}{B_\tau} | F_t\right]}{E_Q\left[\frac{B_t}{B_\tau} | F_t\right]} = \frac{E_Q\left[\frac{S_\tau}{B_\tau} | F_t\right]}{E_Q\left[\frac{1}{B_\tau} | F_t\right]}$$

Ďalej sa budeme snažiť odvodiť matematické vzťahy pre cenu futures a forwardovej ceny konkrétne pre TB futures a ED futures, pričom využijeme aj vzťah (1).

## 2.2 Odvodenie vzťahu ceny ED futures a príslušnej forwardovej ceny

Pri odvodzovaní uvedeného vzťahu budeme vychádzať z nasledovných základov:

1. Zo známeho Ho&Lee modelu úrokových mier využijeme najmä vzorec na odhad budúcej ceny dlhopisu, ktorý je dôležitou súčasťou tohto modelu. Nebudeme ho však odvádzať, keďže by to bolo pomerne zdĺhavé a pre túto diplomovú prácu nie je dôležité obsiahnuť celý model.
2. Ďalej použijem vzorec pre výpočet ceny futures, ktorý sme odvodili v časti 2.2.
3. Tiež použijeme vzorec na výpočet forwardovej úrokovej miery, ktorý tu odvodíme.

Najprv si uvedieme značenie, ktoré budeme používať:

$P(0,T)$  – súčasná hodnota (v čase 0) bezkupónového dlhopisu s maturitou v čase T a s nominálnou hodnotou \$1 (dĺžka obdobia T je počítaná v rokoch)

$F(t,T)$  – forwardová hodnota bezkupónového dlhopisu dohodnutá v čase 0 s platnosťou v čase t a s maturitou dlhopisu v čase T (s nominálnou hodnotou \$1)

$P(t,T)$  – budúca hodnota bezkupónového dlhopisu v čase t s maturitou dlhopisu v čase T (s nominálnou hodnotou \$1)

$R(0,T)$  – úroková miera platná od času 0 na obdobie T

$R(t,T)$  – budúca (forwardová) úroková miera platná od času t do času T

$f(t,T)$  – budúca krátkodobá úroková miera (short rate) platná pre čas T, ktorá je dohodnutá v čase t

$w_t$  – Brownov pohyb

$\hat{w}_t$  – Q-Brownov pohyb, ktorý dostaneme transformáciou pôvodného Brownovho pohybu

$$w_t : \quad \hat{w}_t = w_t + \int_0^t \gamma_s ds, \quad \text{kde } \gamma_t = -\frac{1}{2} \sigma^2 (\tilde{T} - t) + \frac{1}{\sigma (\tilde{T} - t)} \int_t^{\tilde{T}} \alpha(t, u) du \quad \tilde{T} > T$$

$\hat{w}_t$  je Brownovým pohybom pre pravdepodobnostnú mieru Q.

$\sigma^2$  – 1 ročná volatilita prislúchajúca k  $f(t, T)$  (short rate)

$U(t, T)$  – futures úrok (strike price) v čase t platný od času T na 3 mesiace

Pri odvodzovaní budeme vždy aplikovať spojité úročenie.

### • Budúca cena dlhopisu v modeli Ho&Lee

Keďže nebudeme odvádzať vzorec pre budúcu cenu, uvedieme aspoň východiská modelu:

$$d_t f(t, T) = \sigma dw_t + \alpha(t, T) dt \quad \text{pre } \forall T, \quad f(t, T) = \sigma w_t + \int_0^t \alpha(s, T) ds + f(0, T) \quad \text{pre } \forall T$$

kde  $w_t \sim N(0, t)$ ,  $f(t, T) \sim N(0, \sigma^2 t)$

Vzorec pre budúcu cenu dlhopisu je nasledovný:

$$P(t, T) = \exp \left( \sigma (T - t) \hat{w}_t + \int_t^T f(0, u) du + \frac{1}{2} \sigma^2 t \cdot T (T - t) \right), \quad (1)$$

### • Všeobecný vzorec pre výpočet ceny futures uvedený v časti 2.1

$$E_Q[S_T | F_t] = U(t, T) \quad (2)$$

### • Forwardová úroková miera

Forwardovú úrokovú mieru si postupne odvodíme z forwardovej ceny dlhopisu, ktorá je dohodnutá v čase 0 s platnosťou pre čas t. Čas maturity dlhopisu je T a nominálna hodnota je \$1.

$$\text{Vieme, že forwardová hodnota takéhoto dlhopisu je nasledovná: } F(t, T) = \frac{P(0, T)}{P(0, t)} \quad (3)$$

Keďže používame spojité úročenie, tak za budúcu cenu dlhopisu vo vzorci (3) dosadíme výraz:

$$F(t, T) = e^{R(t, T)(T-t)} \quad (4)$$

Po dosadení (4) do (3) si môžeme vyjadriť budúcu úrokovú mieru  $R(t, T)$  v nasledovnom

$$\text{tvare: } R(t, T) = \frac{-\log F(t, T)}{T-t} = \frac{-\left(\log P(0, T) - \log P(0, t)\right)}{T-t} \quad (5)$$

Ak prejdeme vo výraze (5) k limite, dostávame:  $\lim_{T \rightarrow t} R(t, T) = f(0, t) = \frac{-\partial \log P(0, t)}{\partial t}$  (6)

Hodnotu dlhopisu si potom môžeme zo (6) vyjadriť nasledovne:  $P(0, t) = e^{-\int_0^t f(0, u) du}$ . (7)

Dosadením (7) do (5) dostávame :

$$R(t, T) = \frac{1}{T-t} \cdot \left( \int_0^T f(0, u) du - \int_0^t f(0, u) du \right) = \frac{1}{T-t} \int_t^T f(0, u) du \quad (8)$$

Nakoniec dostávame vzťah cien futures a forwardových úrokových mier:

$$\begin{aligned} U(t, T) &\stackrel{(2)}{=} E_Q(S_T | F_t) = E_Q(R(t, T)) \stackrel{(5)}{=} E_Q\left(\frac{-\log P(t, T)}{T-t}\right) \stackrel{(1)}{=} \\ &\stackrel{(1)}{=} E_Q\left(\sigma \hat{w}_t + \frac{1}{T-t} \int_t^T f(0, u) du + \frac{1}{2} \sigma^2 tT\right) \stackrel{(8)}{=} R(t, T) + \frac{1}{2} \sigma^2 tT \Rightarrow \text{futures} = \text{forward} + \frac{1}{2} \sigma^2 tT \end{aligned}$$

$E_Q(\sigma^2 \hat{w}_t) = 0$ , keďže  $\hat{w}_t$  je Brawnovým pohybom pre pravdepodobnostnú mieru Q, a teda má pri tejto miere Q strednú hodnotu 0 ( $\sigma^2$  je konštantna).

Vyšlo nám teda, že úroková miera futures by mala byť vyššia oproti forwardovej úrokovej miere. Tento výsledok nám potvrdzuje teoretické úvahy z časti 2.1, kde sme dospeli k záveru, že pri silnej kladnej korelácii podkladového aktíva s úrokovou mierou, by cena futures oproti forwardovej cene tohto aktíva mala byť vyššia. V predchádzajúcich odvozeniach môžeme za podkladové aktívum považovať samotnú úrokovú mieru, teda kladná korelácia podkladového aktíva s úrokovou mierou je zrejماً.

V praktickej časti tejto diplomovej práce budeme počítat' a využívat' pri stratégiách obchodovania aj teoretické odhady cien ED futures, ktoré budeme porovnávat' so skutočnými cenami ED futures. Pri týchto odhadoch však odchýlku oproti forwardovej úrokovej miere zanedbáme, keďže by to boli zanedbateľné hodnoty (typickou hodnotou pre  $\sigma$  je 0,012 (1,2 %) )<sup>3</sup>,  $t \in (0; 0,25)$  – vždy investujeme do kontraktu, ktorý expiruje v najbližšom možnom termíne,  $T \in (0,25; 0,5)$ , teda  $1/2 \sigma^2 tT \sim 10^{-6}$ ). Avšak pri futures s podkladovým aktívom s dlhou maturitou by túto odchýlku zrejme nebolo nemožné zanedbať.

<sup>3</sup> Pozri [1] HULL, JOHN C. 2003. Options, futures and other derivatives

## 2.3 Odvodenie vzťahu ceny TB futures a príslušnej forwardovej ceny dlhopisu

V tejto časti sa budeme snažiť odvodiť vzťah futures ceny a forwardovej ceny všeobecne pre dlhopisy, ktoré vyplácajú kupóny, teda aj pre vládne dlhopisy – Treasury bonds. Podobne ako v časti 2.2, aj tu použijeme výsledky modelu Ho & Lee, všeobecný vzorec pre výpočet ceny futures uvedený v časti 2.1 ako aj niektoré vzťahy odvodené v časti 2.2.

Pri odvádzaní budeme používať rovnaké značenia ako v predchádzajúcej časti 2.2, preto ich už znova neuvádzame. Pribudnú tri nové prvky:

$S_t$  – cena dlhopisu v čase  $t$

$C_i$  – výška  $i$ -teho vyplateného kupónu ( $i=1, \dots, N$ ),  $C_N$  =  $N$ -tý kupón+nominálna hodnota dlhopisu

$T_i$  – čas vyplatenia  $i$ -teho kupónu

Hodnotu  $P(t, T)$  zavedenú v časti 2.2 budeme teraz chápať v zmysle budúceho diskontného faktora. Spôsob výpočtu  $P(t, T)$  však samozrejme ostáva rovnaký ako by bol v predchádzajúcej časti.

Odvodenie vzťahu:

• **Všeobecný vzorec pre cenu futures uvedený v časti 2.1 aplikovaný na kupónové dlhopisy**

$$U(t, T) = E_Q(S_T | F_t) = E_Q\left(\sum_{i=1}^N P(T, T_i) C_i\right) = \sum_{i=1}^N c_i E_Q(P(T, T_i)) \quad (1)$$

$U(t, T)$  je futures cena dlhopisu v čase  $t$  prislúchajúca k futures kontraktu, ktorý expiruje v čase  $T$ . Keďže v poslednom výraze nie je známa hodnota  $E_Q(P(T, T_i))$ , budeme si ju konkretizovať pomocou modelu Ho& Lee.

•  **$E_Q(P(T, T_i))$  podľa modelu Ho & Lee**

$$\begin{aligned} E_Q(P(T, T_i)) & \stackrel{2.3(1)}{=} E_Q\left(\exp\left(-\left(\sigma(T_i - T)\hat{w}_T + \int_T^{T_i} f(0, u) du + \frac{1}{2}\sigma^2 T \cdot T_i (T_i - T)\right)\right)\right) = \\ & = \exp\left(-\int_T^{T_i} f(0, u) du - \frac{1}{2}\sigma^2 T \cdot T_i (T_i - T)\right) E_Q\left(\exp\left(-\sigma(T_i - T)\hat{w}_T - \frac{1}{2}\sigma^2 T(T_i - T) + \frac{1}{2}\sigma^2 T(T_i - T)^2\right)\right) \quad (2) \end{aligned}$$



Vo výraze (2) je jedinou náhodnou premennou  $\hat{w}_T$ . Na výpočet výrazu  $E_Q(\exp(-\sigma(T_i-T)\hat{w}_T))$

preto použijeme nasledovné tvrdenie, ktoré však nebudeme dokazovať<sup>4</sup>:

*Náhodná premenná  $\hat{w}_T$  má pri pravdepodobnostnej miere  $Q$  normálne rozdelenie  $N(\mu, \sigma^2)$  práve*

$$\text{vtedy, keď platí: } E_Q\left(\exp\left(\theta \hat{w}_T\right)\right) = \exp\left(\theta\mu + \theta^2 \sigma^2\right) \text{ pre } \forall \theta \in R$$

Keďže  $\hat{w}_T$  je Q-Brownov pohyb (definovaný v časti 2.2), t.j. pri pravdepodobnostnej miere  $Q$  má rozdelenie  $N(0, T)$ , tak potom použitím uvedeného tvrdenia dostaneme nasledovnú rovnosť:

$$E_Q\left(\exp\left(-\sigma(T_i - T)\hat{w}_T\right)\right) = \exp\left(\frac{1}{2}\sigma^2 T(T_i - T)\right) \quad (3)$$

Dosadením (3) do (2) dostaneme:

$$E_Q\left(P(T, T_i)\right) = \exp\left(-\int_T^{T_i} f(0, u) du - \frac{1}{2}\sigma^2 T T_i(T_i - T) + \frac{1}{2}\sigma^2(T_i - T)^2 T\right) =$$

$$\stackrel{2.3(7)}{=} \frac{P(0, T_i)}{P(0, T)} \exp\left(-\frac{1}{2}\sigma^2 T T_i(T_i - T) + \frac{1}{2}\sigma^2(T_i - T)^2 T\right) = \frac{P(0, T_i)}{P(0, T)} \exp\left(-\frac{1}{2}\sigma^2 T^2(T_i - T)\right) \quad (4)$$

- **Záver**

Nakoniec dosadením (4) do (1) prideme k záveru:

$$U(t, T) = \sum_{i=1}^N C_i \frac{P(0, T_i)}{P(0, T)} \exp\left(-\frac{1}{2}\sigma^2 T^2(T_i - T)\right) = \frac{1}{P(0, T)} \sum_{i=1}^N P(0, T_i) \hat{C}_i, \quad (5)$$

$$\text{kde } \hat{C}_i = C_i \cdot \exp\left(-\frac{1}{2}\sigma^2 T^2(T_i - T)\right) \text{ pre všetky } i \quad (6)$$

Výraz (5) je vlastne vzorec na výpočet forwardovej ceny dlhopisu, ktorý vypláca kupóny vo výške  $\hat{C}_i$ . Zo (6) je tiež zrejmé, že tieto kupóny  $\hat{C}_i$  majú pre každé  $i$  menšiu hodnotu ako kupóny pôvodného dlhopisu –  $C_i$ . Teda forwardová cena dlhopisu s kupónmi  $\hat{C}_i$ , ktorá sa rovná futures cene dlhopisu s kupónmi  $C_i$  (označenie futures ceny je  $U(t, T)$ ) bude určite nižšia ako forwardová cena dlhopisu s kupónmi  $C_i$ .

Teda celkove: **futures cena dlhopisu < forwardová cena dlhopisu**

Tento výsledok potvrdzuje úvahy z časti 2.1, kde sme prišli k záveru, že v prípade silne negatívnej korelácie ceny podkladového aktíva a úrokovej miery, by futures cena mala byť

<sup>4</sup> Dôkaz je uvedený v publikácii: [5] MELICHERČÍK I., OLŠÁROVÁ L. 2005. Kapitoly z finančnej matematiky 2.

oproti forwardovej cene nižšia. Ceny dlhopisov sú v skutočnosti silne negatívne korelované s úrokovou mierou, preto sú výsledky našich odvodení v súlade s časťou 2.1.

### **3. Kapitola**

#### **Špekulatívne stratégie obchodovania s futures**

V tejto časti diplomovej práce sa budeme venovať všeobecne známym stratégiám obchodovania s futures, ktorých kombináciou alebo modifikáciou vzniká väčšina používaných stratégií. Pri obchodovaní s futures si treba uvedomiť, že ide o značne rizikový finančný nástroj. Umožňuje vysoké zisky, ale aj straty v dôsledku veľkého rozdielu medzi investovaným kapitálom na margin account a hodnotou podkladového aktíva. Hodnota marginu je oproti podkladovému aktívu mnohonásobne menšia (napr. TB futures: initial margin=\$1553, podkladové aktívum = dlhopis s nominálnou hodnotou \$100 000), pričom zisky a straty sa priebežne odvíjajú od zmeny ceny podkladového aktíva. Treba si pri tom uvedomiť aj to, že straty môžu dosiahnuť aj oveľa vyššiu hodnotu ako majetok pôvodne investovaný do margin account, a to vďaka povinnosti dopĺňať margin account na úroveň initial margin v prípade, že stav tohto účtu klesne pod maintenance margin. Kvôli tejto rizikivosti je dôležité mať vypracovanú vhodnú stratégiu a pevne sa jej počas obchodovania držať. Existuje veľmi veľa rôznych stratégií, z ktorých my uvedieme tie najznámejšie.

##### **3.1 Sledovanie trendu (Trend following, Position trading)**

Podstatou tejto stratégie je správne odhadnúť trend vývoja ceny určitého aktíva a podľa toho si zvoliť pozíciu vo futures kontrakte. Obchodníci aplikujúci túto stratégiu sa väčšinou snažia odhadnúť trend pomocou technickej analýzy ( t.j. na základe historických dát, pomocou štatistických metód) , ale niekedy aj pomocou fundamentálnej analýzy (sledovanie základných ekonomických ukazovateľov, ktoré majú vplyv na trh futures). Cieľom obchodníkov je odhadnúť dlhodobý trend s tým, že krátkodobé výkyvy sa nebudú považovať za podstatné. Táto stratégia sa aplikuje väčšinou pri dlhodobjšom investovaní. Ako prostriedok technickej analýzy na určenie okamihu iniciácie pozície ako aj druhu pozície sa často používa metóda kĺzavých priemerov. V prípade predpokladaného rastúceho trendu iniciuje obchodník iba dlhé pozície a pri predpokladanom klesajúcom

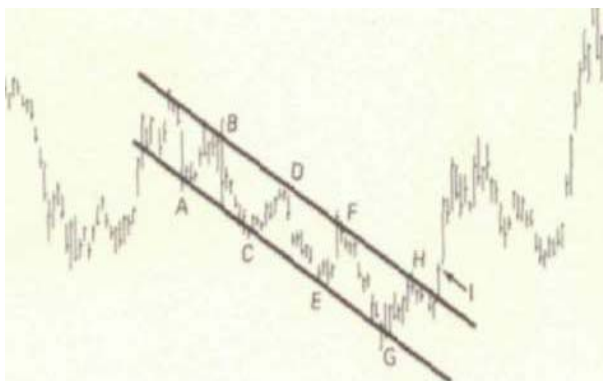
trende krátke pozície. Po tom, ako obchodník dospeje k odhadu trendu, a teda si zvolí určitú pozíciu, následne si stanoví určité limity straty, ktoré budú fungovať nasledovne: Obchodník po iniciovaní napr. dlhej pozície začne sledovať vývoj ceny futures a v prípade, ak by sa vyvíjala nepriaznivo (t.j pokles ceny) a dosiahla stanovený limit ( napr. pokles o 75 centov voči cene pri otvorení pozície), by pozíciu uzavrel. Ak by sa však cena futures najprv vyvíjala priaznivo (rast ceny) a až potom by začala klesať, pokles ( o zvolených 75 centov) by sa sledoval vzhľadom k najvyššej dosiahnutej cene od otvorenia pozície. Ak by investor predpokladal klesajúci trend ceny, tak zvolí krátku pozíciu a následne si stanoví limit straty tým, že si určí veľkosť nárastu ceny futures voči najnižšej cene od otvorenia pozície. Ak cena futures dosiahne ten nárast voči najnižšej cene, pozícia sa uzavrie.

Pre úspešnosť tejto stratégie je dôležité správne stanoviť uvedené limity pre stratu, tak aby sa zamedzilo priveľkým stratám, ale súčasne aby každodenné fluktuácie príliš neovplyvňovali obchodovanie.

### 3.2 Denné obchodovanie ( Day trading)

Tento spôsob obchodovania sa zakladá na využívaní krátkodobých pohybov cien futures, ktoré sa uskutočňujú v priebehu jedného dňa. Pri takomto obchodovaní sa obchodníci snažia každý deň pred ukončením obchodovania na burze uzavrieť všetky pozície a počas dňa sa pokúšajú využiť výkyvy ceny pomerne častým iniciovaním a zavieraním pozícií. Bežné je aj striedanie pozícií v rámci 1 dňa. Nevýhodou takéhoto obchodovania sú vysoké transakčné náklady, ktoré vyplývajú z každého otvárania a zatvárania pozícií. Niektoré brokerské spoločnosti poskytujú pri takomto obchodovaní zľavu, keďže je pre ne určite výhodné mať klientov s vysokou frekvenciou obchodovania.

### 3.3 Obchodovanie v rozpore s trendom (Contratrend trading)



Obr.č.1

Pri aplikácii tejto stratégie sa obchodníci snažia odhaliť situácie, v ktorých je cena na trhu dočasne buď nadhodnotená alebo podhodnotená. Na základe takej nerovnováhy očakávajú, že sa vývoj cien obráti. Na rozdiel od predchádzajúcej stratégie sa nesleduje dlhodobý trend, ale krátkodobé výkyvy. V prípade takého

vývoja ceny, aký je na obrázku č.1, by obchodník po obrate vo vývoji ceny v bodoch A,C,E a G inicioval dlhú pozíciu napriek celkovému klesajúcemu trendu. Ak by však cena predsa len začala klesať a klesla by pod úroveň, pri ktorej inicioval dlhé pozície, tak by všetky uzavrel. Naopak, po nastatí obratu vo vývoji ceny v bodoch B, D, F a H obchodník iniciuje krátke pozície, čo je v tomto prípade v súlade aj s dlhodobým trendom. Ak by však cena stúpila nad úroveň, pri ktorej otvoril krátke pozície, tak by ich všetky uzavrel.

### 3.3 Spready (Spreads)

Táto stratégia je založená na sledovaní dvoch odlišných cien, medzi ktorými existuje určitý vzťah. Obchodníci sa snažia zarobiť na odlišných zmenách týchto dvoch cien, a to vždy tým spôsobom, že sa iniciujú vždy aspoň dve pozície - jedna krátka a jedna dlhá. Cieľom takéhoto obchodovania je získať viac na jednej pozícii ako stratiť na druhej. Väčšina spreadov sa odvíja alebo je kombináciou nasledovných spreadov:

- medzimesačné - iniciujú sa protichodné pozície pre ten istý druh podkladového aktíva, ale jeden kontrakt má skorší a druhý neskorší mesiac dodania
- medzikomoditné –obchoduje sa s rôznymi komoditami
- medziburzové - obchoduje sa na dvoch odlišných burzách

Táto stratégia je zrejme podstatne menej riziková ako boli predchádzajúce, pri ktorých sa investor na základe istých faktorov vždy zvolil len jeden typ pozície. Samozrejme s nižším rizikom súvisia aj menšie možnosti zisku. Na druhej strane sa však táto na prvý pohľad nižšia rizikovosť zvyšuje tým, že pri aplikovaní takejto stratégie sú oveľa nižšie požiadavky na margin, ako pri bežnom obchodovaní s jedným druhom pozície (pre steady môžu byť aj 8 násobne menšie). Obchodníci teda môžu uzavrieť viac kontraktov, čím sa ich možnosti zisku, ale aj straty znásobujú => stúpa riziko. My podrobnejšie rozoberieme niektoré druhy medzimesačných spreadov.

#### **Medzimesačné spready (Intermonth spreads)**

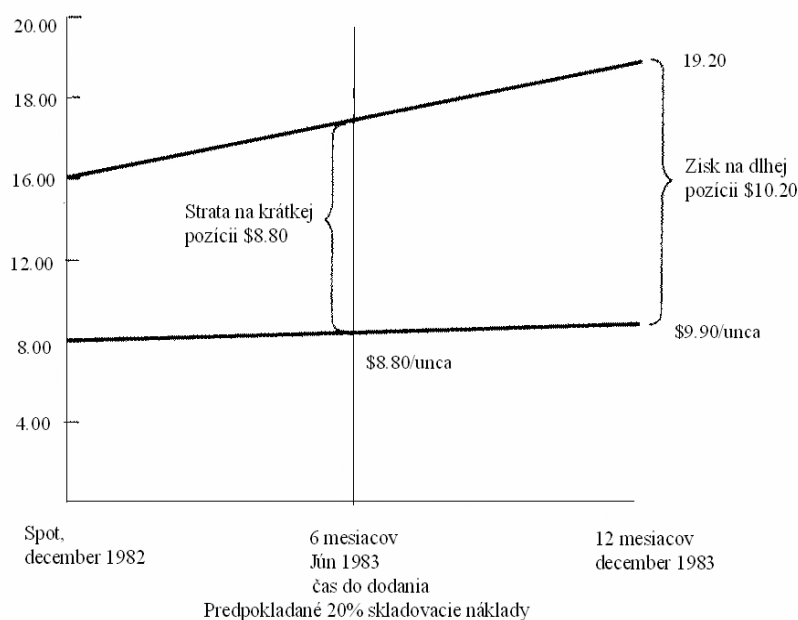
Ako sme už spomínali, ide o stratégiu, pri ktorej sa otvorí krátka pozícia pre určitý druh futures a súčasne sa otvorí aj dlhá pozícia pre rovnaký druh futures, ale s iným mesiacom dodania. Zmysel tejto stratégie vysvetlíme na príklade komoditných futures.

Viacere štúdie ukázali, že ceny komoditných futures sú závislé od skladovacích nákladov. Na výšku skladovacích nákladov môžu vplývať rôzne faktory, ako napríklad výška úrokových mier, alebo aj samotná cena podkladového aktíva. Skladovacie náklady

pre futures kontrakty so vzdialenejším mesiacom dodania sa budú zvyšovať. Na nasledovnom príklade ukážeme, ako možno predpoklad o vývoji ceny podkladového aktíva využiť pre medzimesačný spread: Súčasná cena 1 unce striebra nech je \$8 a ročné skladovacie náklady tvoria 20% ceny, teda cena futures 1 unce striebra s dodaním o 1 rok by mala byť \$9,60 a s dodaním o 6 mesiacov \$8,80. Ak by sa cena striebra náhle zvýšila na \$16 za uncu, tak by sa zvýšili samozrejme aj skladovacie náklady. Pre futures s dodaním o 1 rok bude tento dodatočný nárast skladovacích nákladov vyšší, ako pre futures s dodaním o 6 mesiacov. To sa odrazí aj na cene oboch futures, ktoré narastú zhruba o \$8 a dodatočne ešte o zvýšené skladovacie náklady. Nárast ceny futures s dodaním 1 o rok bude teda vyšší oproti nárastu ceny druhého futures. Ak teda obchodník očakáva nárast ceny striebra je preňho výhodné otvoriť krátku pozíciu pre bližší mesiac dodania a dlhú pozíciu pre vzdialenejší mesiac. Tento príklad zachytáva Obr.č.2. Spread, ktorý sa používa pri očakávaní zvýšenia ceny sa označuje **Bull spread**. Ak by sa očakával pokles ceny striebra, voľba pozícií by bola presne opačná – to sa označuje ako **Bear spread**. Rovnaký vplyv na skladovacie náklady ako zvýšenie ceny striebra by mal nárast úrokovej miery.

Obr.č. 2

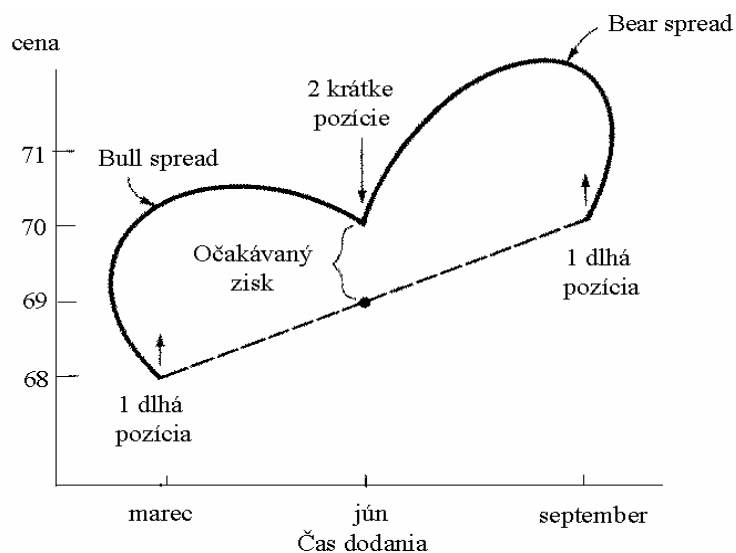
Cena striebra



## Butterfly spread

Je to ďalší príklad medzimesačného spreadu, keďže pri jeho aplikácii sa používajú futures s 3 rôznymi mesiacmi dodania. Táto stratégia sa používa vtedy, ak je pre určitý mesiac dodania cena na trhu nadhodnotená alebo podhodnotená a očakáva sa, že sa po čase vráti na rovnovážnu hodnotu. Fungovanie tejto stratégie priblížime na príklade: Predpokladajme, že sme si teoreticky vypočítali ceny TB futures pre rôzne mesiace dodania, tak že zodpovedajú aj nákladom na držbu dlhopisov. Nech sú mesiacmi dodania marec, jún a september. Predpokladajme, že skutočné ceny futures pre marec a september zodpovedajú našim výpočtom, ale cena futures s dodaním v júni je nadhodnotená kvôli dočasnému veľkému dopytu po tomto kontrakte. Predpokladá sa však, že časom poklesne na primeranú úroveň. Táto situácia, by sa dala jednoducho využiť iniciovaním krátkych pozícií pre futures s júnovým dodaním, prípadne kvôli zníženiu rizika by sa mohol použiť Bull spread (s mesiacmi dodania: marec a jún) alebo Bear spread (s mesiacmi dodania: jún a september). Ak sa však investor obáva nečakaného posunu krivky úrokových mier aj Bear a Bull spread sa môžu javiť príliš rizikové, a vtedy sa použije Butterfly spread, pri ktorom sa otvoria dve krátke pozície pre futures s júnovým dodaním a jedna dlhá pozícia sa otvorí pre futures s marcovým aj septembrovým dodaním. Tým sa vlastne použijú súčasne Bear aj Bull spread a eliminuje sa tým riziko posunu krivky úrokových mier. Tento príklad znázorňuje

Obr.č. 3.



V ďalšej časti diplomovej práce sa už budeme venovať konštrukcii vlastných detailných stratégií. Je zaujímavé, že napriek tomu, že sme sa pri ich konštrukcii neinšpirovali stratégiami uvedenými v tejto kapitole, ale vychádzali sme najmä z vlastných úvah, v konečnom dôsledku majú naše stratégie a vyššie uvedené ( najmä 3.1 Sledovanie trendu a 3.3 Obchodovanie v rozpore s trendom) niektoré spoločné črty.

## Úvod do konštruovania stratégií obchodovania s futures.

V nasledujúcej časti diplomovej práce, ktorá obsiahne našu praktickú činnosť a výskum v danej oblasti, budeme konštruovať vlastné stratégie obchodovania s dvoma druhmi finančných futures – s eurodollárovými futures a s Treasury bond futures. Zameriame sa na také stratégie, ktoré by boli vhodné pri aplikácii na dlhodobé investovanie, a teda boli dlhodobo výnosné a súčasne sa budeme usilovať, aby boli čo možno najmenej rizikové, čím chceme zamedziť výrazným výkyvom v rámci kratších časových období. Budeme sa preto snažiť zakomponovať do stratégií také prvky a rozhodovacie kritériá, ktoré majú permanentný význam počas obchodovania, a ktorých vplyv a optimálne nastavenie môžeme testovať na historických dátach. Takéto stratégie by potom v praxi mohli byť dočasne modifikované a optimalizované na základe širokého spektra ďalších informácií, ktoré však majú len dočasný význam alebo sú matematicky ťažko vyjadriteľné.

Stratégie, ktoré budeme konštruovať, budú špekulatívne, teda zamerané jedine na zisk, a nie napríklad na znižovanie rizika ako je to pri hedgingu. Portfólio bude zložené len z jedného druhu futures - eurodollárových alebo Treasury bond futures a z hotovosti.

Celkove uvedieme 4 stratégie, pričom každá nasledovná stratégia je rozšírením a obohatením tej predchádzajúcej o nové prvky. Prvá stratégia je veľmi jednoduchá a pasívna, a spočíva len v tom, že na začiatku investujeme časť nášho majetku do futures a následne budeme vykonávať už len povinné úkony, ktoré od nás vyžaduje burza. V druhej stratégii zavedieme aj iné dôvody, pre ktoré budeme zasahovať do stavu nášho portfólia – bude to z dôvodu dosiahnutia určitého zisku alebo straty. V týchto 2 stratégiách máme vždy fixne zvolenú pozíciu (krátku alebo dlhú), v ktorej obchodujeme, a túto počas trvania obchodovania nemeníme. V tretej a štvrtej stratégii zavediem určité rozhodovacie kritérium, na základe ktorého sa budeme snažiť predpovedať ďalší cenový vývoj, a tomu zodpovedajúco budeme budem voliť krátku alebo dlhú pozíciu. Myšlienka a postupy 3. a 4. stratégie sú rovnaké až na konštrukciu rozhodovacieho kritéria pre eurodollárové futures a TB futures. Z toho dôvodu ich rozlišujeme. V 3.stratégii sa budeme venovať eurodollárovým futures a vo 4. stratégii TB futures. Počiatočný stav majetku bude vždy 10 miliónov USD. Všetky výpočty, ktoré uvedieme, si naprogramujeme v programe Borland C++Builder, pomocou ktorého budeme potom stratégie testovať na historických dátach. Jeden z programov uvedieme v prílohe č.1.

## 4.Kapitola

### Prvá stratégia obchodovania s eurodolarovými futures a s Treasury bond futures

#### 4.1 Všeobecná konštrukcia stratégie

Určitú časť nášho počiatočného majetku použijeme na uzavretie futures kontraktov (tento pomer budeme používať v určitých okamihoch aj počas ďalšej aplikácie stratégie), teda na špeciálny účet vedený na burze, tzv. margin account, zložíme za každý uzavretý kontrakt 1000 USD v prípade eurodollarových futures a 1553 USD v prípade Treasury bond futures – táto počiatočná suma sa nazýva „initial margin“. Vplyvom vývoja ceny podkladového aktíva vyplývajúcej z futures kontraktov sa mení aj výška nášho majetku uloženého na margin account. Ak hodnota tohto majetku klesne pod úroveň maintenance margin =  $0,75 \times \text{initial margin}$ , je nutné ho doplniť na úroveň initial margin. Na to použijeme prostriedky, ktoré sme ešte neinvestovali. Počet kontraktov nebudeme meniť, okrem prípadu, že by sme nemali dostatok prostriedkov na doplnenie margin account na úroveň initial margin. Vtedy uzavrieme toľko pozícií, aby sme mali celkový majetok rozdelený medzi investície do futures a neinvestovaný majetok v rovnakom pomere, ako na začiatku investovania (napr. 1:9 = futures:zvyšok). Táto stratégia je zatiaľ veľmi pasívna a všetko je nechané na vývoj trhu. Pre eurodollarové futures budeme stratégiu testovať na denných dátach v rozsahu 2.1.1982 až 18.6.2004 a pre TB futures v rozsahu 21.9.1977 až 18.6.2004.

#### 4.2 Značenie, bližšia charakteristika stratégie a výpočty pre eurodollarové futures

##### 4.2.1 Značenie.

$t$  – označuje poradie kroku, ktorý podnikneme v priebehu obchodovania (napr. uzavretie pozícií v posledný obchodovateľný deň, doplnenie margin account na úroveň initial margin)

$B(t)$  – množstvo peňazí uložených mimo margin account v čase  $t$ -teho kroku v rámci aplikácie stratégie

$MA(t)$  - množstvo peňazí uložených na margin account v čase  $t$ -teho kroku v rámci aplikácie stratégie

$P(t)$  – cenový index pre futures uvádzaný na burze ( $100 - P(t)$  = úrok dohodnutý na tri mesiace na vklad 1 milióna dolárov – uvádzané per annum)



$\Delta P(t)$  – zmena indexu za obdobie medzi  $t$ -tým a  $(t-1)$ -tým krokom v rámci aplikácie stratégie

$PC(t)$  – počet kontraktov

#### 4.2.2 Bližšia charakteristika stratégie.

a) Začatie obchodovania: Z počiatočného majetku, ktorého výšku stanovíme na 10 miliónov USD, si určíme pomernú časť, ktorú investujeme do kontraktov. Napr. 10%, 20%,...

b) Dôvody uzavierania pozícií a prerozdelenia majetku:

ba) V posledný obchodovateľný deň, ktorý je stanovený ako druhý pracovný deň pred treťou stredou v mesiaci, v ktorom expirujú futures kontrakty, uzavrieme všetky pozície. Tým sa vyhneme povinnosti plniť podľa futures kontraktu. Zistíme si celkovú zmenu indexu  $\Delta P(t)$  od nášho posledného kroku v rámci stratégie ( t.j. od posledného otvárania pozícií alebo od posledného doplnenia margin account na úroveň initial margin, ak takéto doplnenie po poslednom otváraní pozícií nastalo) až po súčasné uzavretie pozícií. V tento deň uzavrieme nové kontrakty .

#### 1.Prípád

• Ak máme dosť peňazí ( teda ak:  $B(t-1) + \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) > 0$  v prípade dlhej pozície a  $B(t-1) - \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) > 0$  v prípade krátkej pozície)

tak uzavrieme znova rovnaký počet kontraktov a majetok sa prerozdelení nasledovne:

$$MA(t) = MA(t-1) = 1000 \times PC(t) = 1000 \times PC(t-1)$$

$$B(t) = B(t-1) \pm \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t)$$

Kladná zmena indexu  $P(t)$  prináša zisk v prípade dlhej pozície a naopak, záporná zmena je výnosná v prípade krátkej pozície, preto uvádzame vo výpočte  $B(t)$  súčasne obe znamienka.

#### 2.Prípád

• Ak nemáme dosť peňazí ( teda ak :  $B(t-1) + \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) < 0$  v prípade dlhej pozície, alebo ak  $B(t-1) - \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) < 0$  v prípade krátkej pozície) na uzavretie rovnakého počtu kontraktov, tak nové prerozdelenie majetku bude nasledovné:

$$MA(t-1) + B(t-1) \pm \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) = M(t)$$

súčasná výška majetku

$$B(t) = 0,9 \times M(t)$$

$$MA(t) = 0,1 \times M(t)$$

$$PC(t) = \frac{MA(t)}{1000}$$

Zmena indexu  $P(t)$  o 1 bod zodpovedá zmene majetku na margin account o \$2500.

Bližšie vysvetlenie tohto prepočtu je uvedené v časti 1.4 (podčasť Cenový index a stanovenie ceny kontraktu).

bb) Niekoľko pozícií uzavrieme aj v prípade, ak majetok na margin account klesne pod úroveň maintenance margin a my nemáme dostatok neinvestovaných peňazí na doplnenie na úroveň initial margin. (Aby majetok poklesol pod maintenance margin, musí byť  $\Delta P(t) < (-0,1) \cdot 2500$  \$). Vtedy prerozdělíme majetok rovnako, ako v *ba) Prípade 2*.

bc) Do rozdelenia majetku medzi  $B(t)$  a  $MA(t)$  zasahujeme ešte vtedy, keď majetok na margin account klesne pod úroveň maintenance margin (=750\$ na 1 futures kontrakt), ale máme dostatok peňazí na doplnenie na úroveň initial margin. Následné rozdelenie majetku bude:

$$B(t) = B(t-1) \pm \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1)$$

$$PC(t) = PC(t-1) \quad \text{za podmienok: } \Delta P(t) < -0,1$$

$$MA(t) = 1000 \times PC(t) \quad B(t-1) > \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1)$$

#### 4.2.3 Modifikácia stratégie

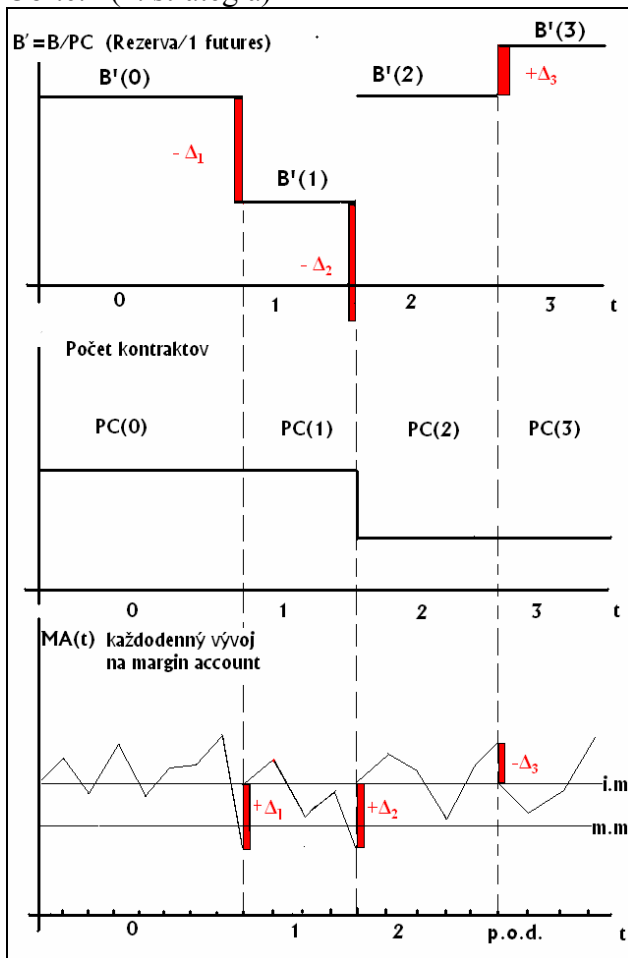
Do rozdelenia majetku zasahujeme v tejto stratégii v rovnakých okamihoch ako predtým: v posledný obchodovateľný deň a v prípade, ak majetok na margin account poklesne pod maintenance margin. Na rozdiel od predchádzajúcej stratégie však pri takomto zásahu rozdělíme majetok na časť  $B(t)$  a  $MA(t)$  podľa pôvodne stanoveného pomeru delenia majetku na začiatku obchodovania a neudržiavame konštantný počet kontraktov. Preto pri rozdeľovaní majetku medzi  $B(t)$  a  $MA(t)$  vo vyššie uvedených prípadoch *ba) Prípade 1* a *Prípade 2*, *bb)*, *bc)* použijeme výpočet uvedený v odseku *ba) Prípade 2*.

#### 4.2.4 Príklad priebehu stratégie

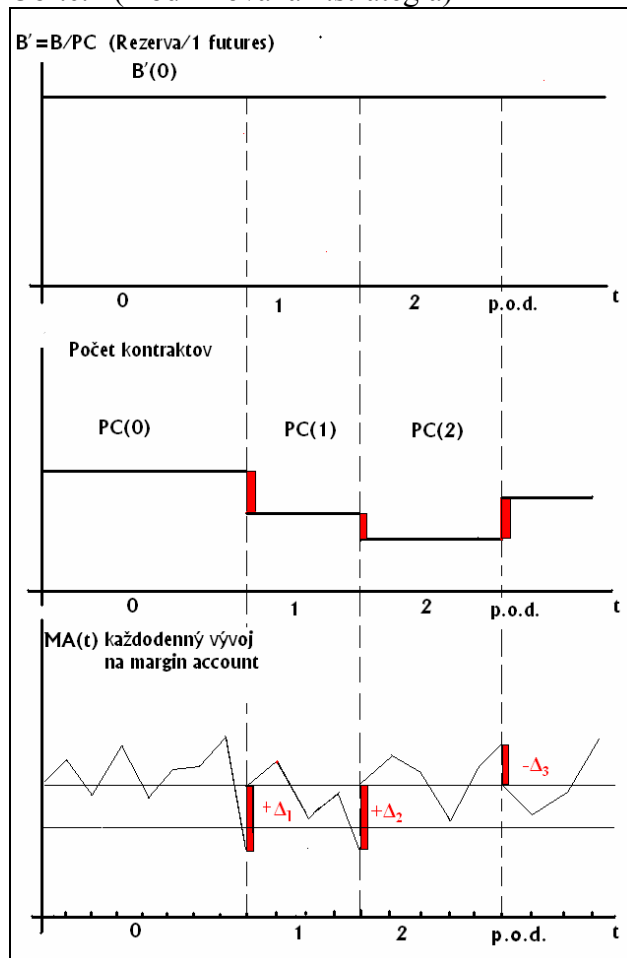
Následovné grafy (Obr.č.1 a Obr.č.2) zachytávajú výsek z priebehu stratégie pre krátku pozíciu. Okamihy, v ktorých spravíme nejaký krok v rámci stratégie sú vyznačené trhanou čiarou. V prvých dvoch prípadoch poklesol majetok na margin account ( $MA(t)$ ) pod úroveň maintenance margin (m.m.) a následne sme ho doplnili na úroveň initial margin (i.m.) sumou  $\Delta_1$  resp.  $\Delta_2$ . To vidieť z posledného z 3 grafov (Obr.č.1 aj Obr.č.2). V 1. stratégii (Obr.č.1) nám tým pádom o rovnakú sumu  $\Delta_1$  resp.  $\Delta_2$  poklesol majetok na účte pripadajúci na 1 kontrakt ( $B' = B/PC$ ). V druhom prípade sme však už nemali dost' prostriedkov na doplnenie

margin account na úroveň i.m., preto sme niektoré pozície museli uzavrieť (pokles počtu kontraktov v 2. grafe, Obr.č.1). Nechali sme len toľko kontraktov, aby sme mali rezervu na 1 futures v pôvodnej výške(  $B'(2)=B'(0)$ ,  $MA(2):B'(2) = 1:9$ ). V 3. prípade vyznačenom trhanou čiarou nastal posledný obchodovateľný deň (p.o.d.). Všetky pozície teda uzavrieme, a keďže máme dosť peňazí, tak môžeme znova otvoriť rovnaký počet pozícií PC(3). Peniaze, ktoré boli predtým na margin account , ale nie sú potrebné pri otvorení pozícií ( $\Delta_3$ ) presunieme na bankový účet. Obrázok č.2 zachytáva modifikovanú 1 stratégiu. Ako vidieť, vývoj na margin account je zhodný s vývojom v 1. stratégii, avšak rozdiely sú vo vývoji počtu kontraktov a rezerv na účte pripadajúcich na 1 kontrakt. Pri dopĺňaní margin account (t.j. v 1. a 2. prípade vyznačenom trhanou čiarou) vždy prispôbujeme počet kontraktov tak, aby rezervné prostriedky na účte na jeden futures ostali konštantné. Preto v týchto prípadoch počet kontraktov poklesol. V posledný obchodovateľný deň uzavrieme všetky pozície a otvoríme nové (samozrejme už pre neskorší mesiac dodania). Zisk na margin account za posledné obdobie( $\Delta_3$ ) použijeme na otvorenie nových pozícií a na vytvorenie rezerv pre tieto pozície. Zisk na tieto účely rozdelíme v zavedenom pomere 1: 9.

Obr.č.1 (1. stratégia)



Obr.č.2 (modifikovaná 1.stratégia)



### 4.3 Značenie, bližšia charakteristika stratégie a výpočty pre Treasury bond (TB) futures

#### 4.3.1 Značenie.

Značenie bude rovnaké ako v prípade eurodollarových futures:  $t$ ,  $B(t)$ ,  $MA(t)$ ,  $PC(t)$ ,  $\Delta P(t)$ ,  $P(t)$ -index pre TB futures uvádzaný na burze

$$P(t) = (\text{zaplatená cena za dlhopis} - \text{akruovaný úrok}) / (\text{konverzný faktor} \times 1000)$$

Z tohto vzťahu pre cenový index vidieť, že ak sa index zmení o 1 bod, tak zaplatená cena sa zmení o  $\$1000 \times \text{konverzný faktor}$ . Na margin account sa zmena indexu o 1 bod prejaví v zmene majetku o  $\$1000$ , keďže sa počíta s konverzným faktorom rovným 1.

#### 4.3.2 Bližšia charakteristika stratégie.

Výpočty pri stratégii aplikovanej na TB futures budú rovnaké ako pri aplikácii na eurodollarové futures, pričom jediné odlišnosti budú spôsobené odlišnou výškou maintenance margin a initial margin ako aj nominálnej hodnoty pre TB futures a eurodollarové futures.

$$\text{Initial margin} = 1553\$$$

$$\text{Maintenance margin} = 1150\$$$

$$\text{Nominálna hodnota bondov} = 100\,000\$$$

Uvedieme iba výpočty pre jednotlivé definované prípady uvedené pre eurodollarové futures:

a) **Začatie obchodovania:** zhodné s eurodollarovou aplikáciou

b) **Bližšia charakteristika stratégie.**

ba) **Prípád 1**

- Ak máme dost' peňazí (teda ak:  $B(t-1) + \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) > 0$  v prípade dlhej pozície a  $B(t-1) - \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) > 0$  v prípade krátkej pozície)
- tak uzavrieme znova rovnaký počet kontraktov a majetok sa prerozdolí nasledovne:

$$MA(t) = MA(t-1) = 1553 \times PC(t) = 1553 \times PC(t-1)$$

$$B(t) = B(t-1) \pm \Delta P(t) \times 1000 \times PC(t)$$

Kladná zmena indexu  $P(t)$  prináša zisk v prípade dlhej pozície a naopak, záporná zmena je výnosná v prípade krátkej pozície.

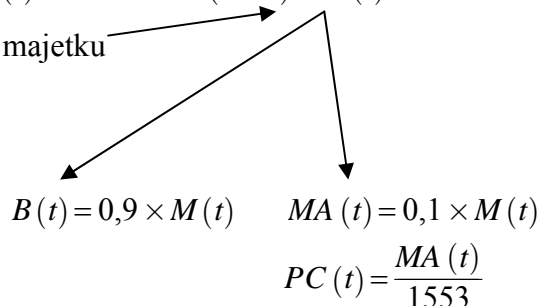
## ba) Prípád 2

- Ak nemáme dost' peňazí ( teda:  $B(t-1) < \Delta P(t) \times 1000 \times PC(t-1)$  )

na uzavretie rovnakého počtu kontraktov, tak nové prerozdelenie majetku bude nasledovné:

$$MA(t-1) + B(t-1) \pm \Delta P(t) \times 1000 \times PC(t-1) = M(t)$$

súčasná výška majetku



bb) analogicky ako pre eurodollárové futures

bc)

$$B(t) = B(t-1) \pm \Delta P(t) \times 1000 \times PC(t-1)$$

$$PC(t) = PC(t-1) \quad \text{za podmienok: } \Delta P(t) < -0,403$$

$$MA(t) = 1000 \times PC(t) \quad B(t-1) > \Delta P(t) \times 1553 \times PC(t-1)$$

### 4.3.3 Modifikácia stratégie

V prípade modifikovanej stratégie pre TB futures platí to isté ako pre eurodollárové futures.

**Poznámky všeobecne k 1.stratégii :** Pri aplikácii tejto stratégie sme peniaze uložené mimo margin account neúročili a pri výpočtoch sme nebrali do úvahy to, že v skutočnosti možno uzavrieť len celočíselný počet kontraktov. Ani jeden z týchto faktorov by však nemal mať významný vplyv na úspešnosť alebo neúspešnosť stratégie.

### 4.4 Stanovenie kritérií a výsledky 1.stratégie pre eurodollárové futures a TB futures

Jediným kritériom, ktoré treba v tejto stratégii stanoviť, je pomer delenia celkového majetku medzi investície do kontraktov a zvyšok. Keďže je táto stratégia veľmi jednoduchá a pasívna, budeme do kontraktov zrejme investovať pomerne malú časť celkového majetku., aby sme sa zabezpečili pred krachom.

- Pre eurodollárové futures zvolíme pomer 1:9 = peniaze investované do futures : zvyšok. Týmto budeme mať na jeden kontrakt v rezerve 9000 USD, čím môžeme financovať vyše 3-bodovú nepriaznivú zmenu indexu vzhľadom na počiatočný stav indexu (3 body ~7500 USD).
- Pre TB futures bude tento pomer 1:19, čím budeme mať rezervu na 1 kontrakt

1553x19 = 29507 USD. Tým sa zabezpečíme proti 29,5 bodovému nepriaznivému vývoju indexu (1 bod ~1000 USD). Tieto rezervy sú z krátkodobého hľadiska dostatočné, keďže denné zmeny indexu sú pomerne malé: eurodollárové futures :

priemerná kladná denná zmena indexu = 0,04

priemerná záporná denná zmena indexu = -0,02

maximálna kladná denná zmena=1,16

maximálna záporná denná zmena = -0,91

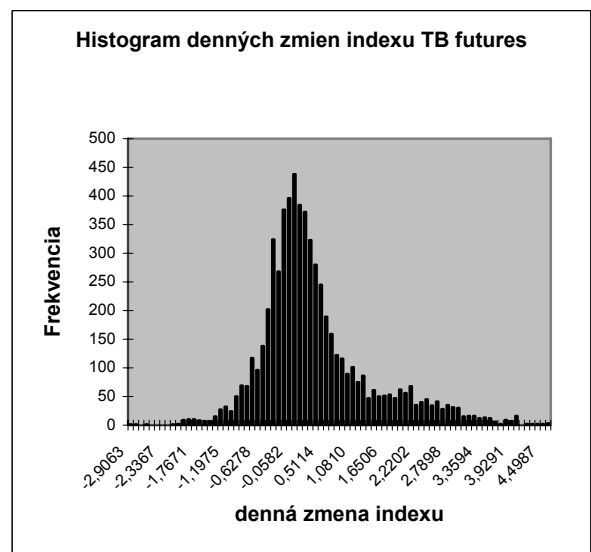
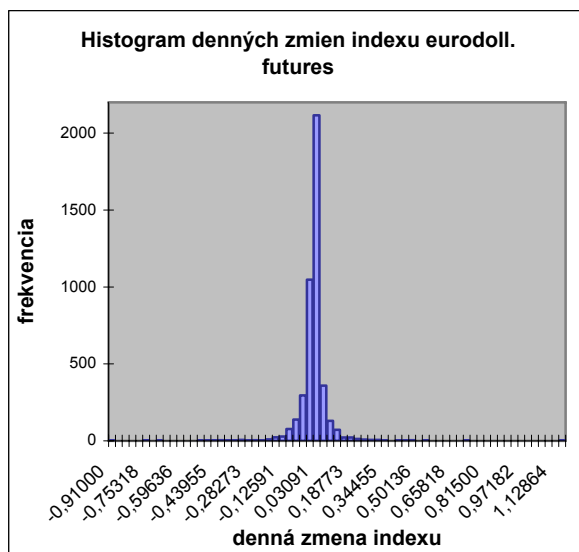
TB futures : priemerná kladná denná zmena indexu = 0,916

priemerná záporná denná zmena indexu = -0,395

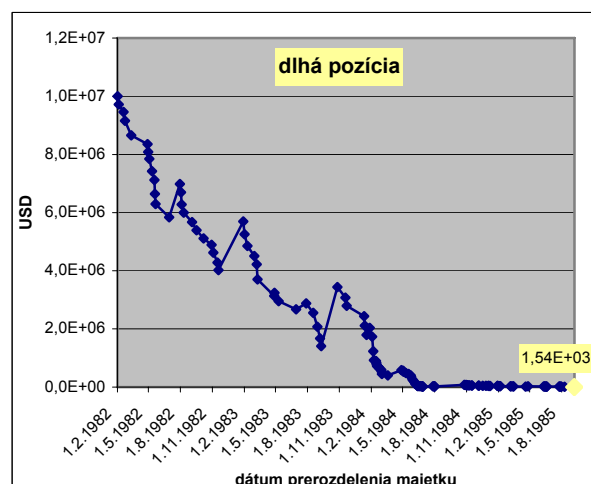
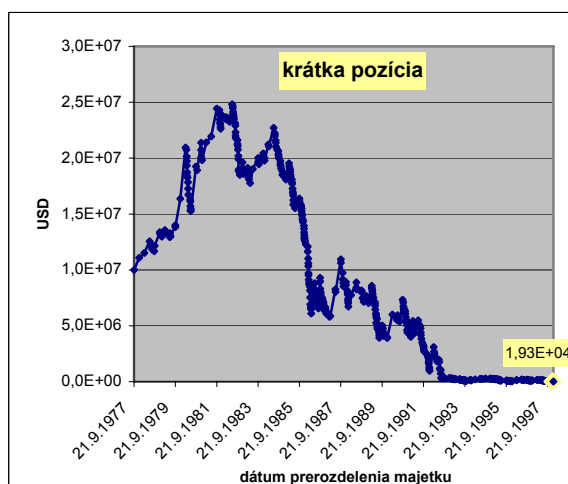
maximálna kladná denná zmena = 4,593

maximálna záporná denná zmena = -2,906.

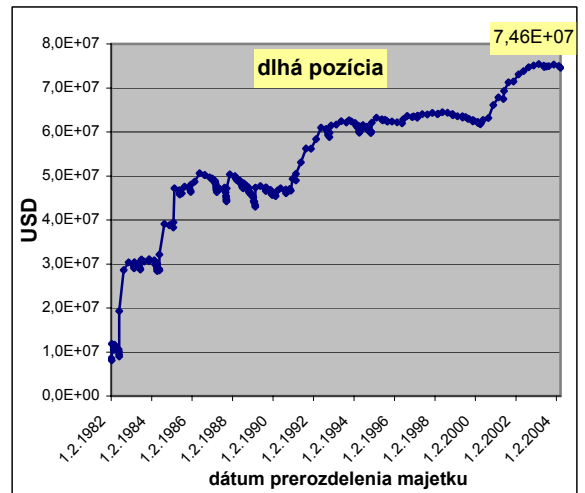
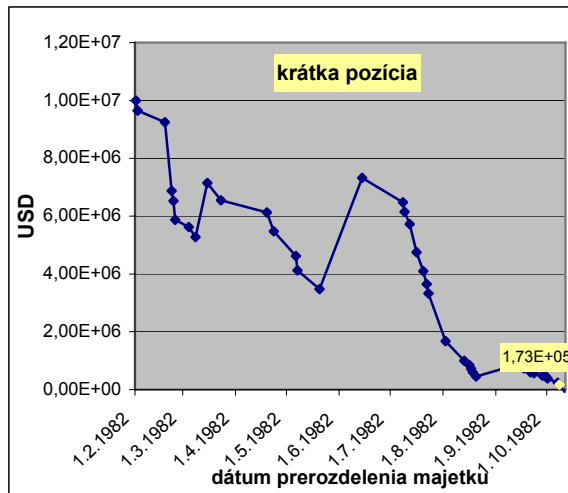
To, že denné zmeny indexu nadobúdajú malé hodnoty a len vo výnimočných prípadoch také, ktoré sú porovnateľné s historicky maximálnou dennou zmenou, vidieť aj z nasledovných histogramov:



Celkový vývoj majetku: **Treasury bond futures:**

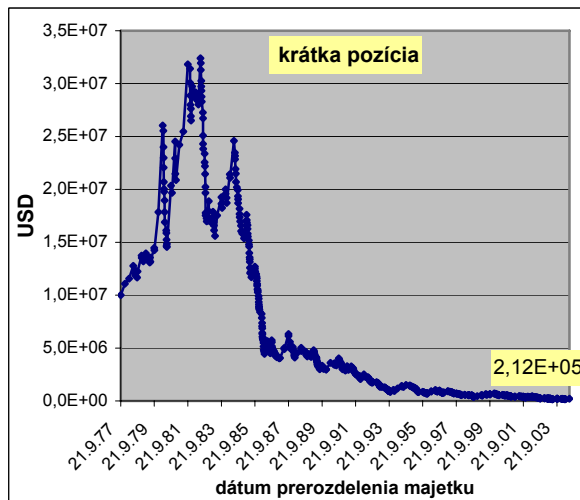


## Eurodollarové futures:

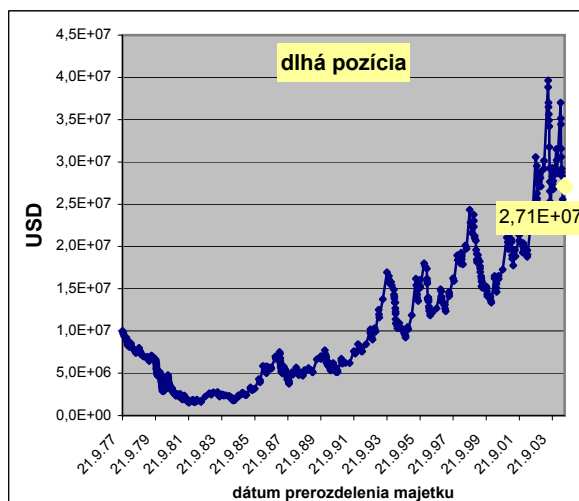
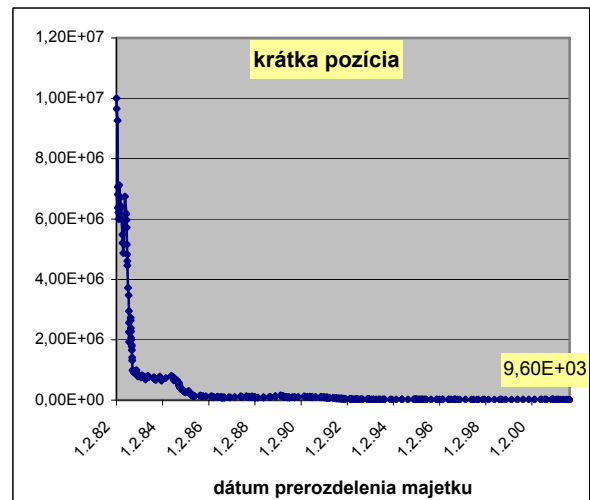


Celkový vývoj majetku počas modifikovanej prvej stratégie:

## Treasury bond futures:



## Eurodollarové futures:



Prvá stratégia bola veľmi jednoduchá a pasívna a z výsledkov je zrejmé, že pre obchodovanie s futures je počas dlhšieho časového obdobia absolútne nevhodná. Vývoj cenového indexu eurodollárových ako aj Treasury bond futures sa vyznačuje aj v rámci kratších období (napr. 0,5 roka) značne vysokou volatilitou, ktorá pri tejto stratégii spôsobuje, že aj pri pomerne vysokých rezervách majetku nepoužitých na investovanie, v priebehu krátkej doby investor zákonite skrachuje. Pri eurodollárových futures sme neskrachovali pri dlhej pozícii vďaka nižšej volatilitite tohto druhu futures. Modifikovaná 1.stratégia zavedením nového spôsobu rozdeľovania majetku medzi futures a cash samozrejme nemohla ovplyvniť vývoj pre krátku pozíciu, tak aby neskončila krachom, keďže celkové nárasty indexu prevýšili celkové poklesy za sledované obdobie. Avšak v prípade dlhej pozície pre TB futures zabránila krachu a pre eurodollárové futures výrazne zvýšila výnos. Kvôli tejto zjavnej efektívnosti a aj logickosti takéhoto prerozdeľovania majetku, budeme tento postup používať ďalej aj v nasledovných stratégiách.

## **5. Kapitola**

### **Druhá stratégia obchodovania s eurodollárovými futures a s Treasury bond futures**

#### **5.1 Všeobecná konštrukcia stratégie**

Túto stratégiu popíšeme naraz pre eurodollárové futures aj TB futures, keďže odlišnosti sú nepatrné.

Je to vlastne rozšírenie modifikovanej 1.stratégie o niektoré nové prvky, ktorými sú:

- a) Peniaze uložené mimo margin account budeme úročiť
- b) V prípade, že sme od nášho posledného zásahu do rozdelenie majetku dosiahli určitú nami vopred stanovenú mieru zisku alebo straty pripadajúcu na jeden kontrakt, uzavrieme všetky pozície a počkáme, kým (v prípade krátkej pozície) index stúpne na určitú úroveň, a až potom uzavrieme kontrakty podľa vopred stanoveného kritéria (napr. 10% majetku tvorí  $MA(t)$ , 90% majetku tvorí  $B(t)$ ). V prípade dlhej pozície by sme počkali, kým index poklesne na určitú úroveň. Predpokladáme, že existuje určitá optimálna miera zisku a straty, po dosiahnutí ktorých sa oplatí čakať na spomínaný vývoj indexu, a že po takomto vývoji indexu je vyššia pravdepodobnosť, že sa index začne vyvíjať opačne ( t.j. priaznivo pre nás – teda, že v prípade krátkej pozície začne klesať a v prípade dlhej pozície začne stúpať) ako pravdepodobnosť toho, že sa bude



index v prípade dosiahnutia určitého zisku aj naďalej priaznivo vyvíjať, alebo že v prípade straty už prestane nepriaznivý vývoj. Doba, počas ktorej budeme čakať na pokles respektíve nárast indexu bude ohraničená najbližším dňom expirácie futures. Po uplynutí tejto doby otvoríme pozície bez ohľadu na vývoj indexu. Počet kontraktov určíme na základe stanoveného pomeru delenia majetku medzi  $MA(t)$  a  $B(t)$ .

- c) Všetky pozície uzavrieme vždy aj v posledný obchodovateľný deň. V prípade, že sme v tento deň dosiahli tú stanovenú mieru zisku alebo straty, tak neuzavrieme nové kontrakty, ale počkáme, kým poklesne (pre dlhú pozíciu) alebo stúpne (pre krátku pozíciu) index na stanovenú úroveň. V prípade, že sme v ten deň nedosiahli nami stanovenú mieru zisku alebo straty (ale menší zisk alebo stratu), tak nadviažeme na stav pred uzavretím pozícií tým, že uzavrieme rovnaký počet kontraktov a pokračujeme v sledovaní zmeny indexu, ktorý v tomto okamihu nevynulujeme, ale počítame ho ešte od predošlého zásahu do rozdelenia majetku.
- d) Takisto ani pri poklese majetku pod maintenance margin nevynulujeme zmenu indexu v prípade, ak skutočná strata v tom okamihu nedosahuje stanovenú hranicu straty pre uzavretie pozícií.
- e) V prípadoch c), d) keď nevynulujeme zmenu indexu po zásahu do rozdelenia majetku, začneme evidovať dve rôzne zmeny indexu: 1) od okamihu súčasného zásahu do rozdelenia majetku, aby sme v budúcnosti vedeli, akú stratu resp. zisk pripísať vzhľadom na súčasnosť, 2) od posledného uzavierania futures kontraktov ( $\Delta P1(t)$ ), aby sme sa mohli rozhodnúť, či sme už dosiahli dostatočný zisk alebo stratu na to, aby sme uzavreli pozície.

### **Úročenie a rozsah dát:**

Pri úročení majetku, ktorý sme neinvestovali, budeme používať údaje o úrokoch na jeden mesiac platné pre doláre. Na obdobie medzi dvoma zásahmi do rozdelenia majetku medzi futures kontrakty a majetok na bankovom účte, aplikujeme úrokovú mieru, ktorá bola aktuálna v prvý deň tohto obdobia. Keďže pre úrokovú mieru sme mali k dispozícii historické dáta len od 2.1.1987, budeme pre oba typy futures aplikovať stratégiu len na obdobie od 2.1.1987 do 18.6.2004.

## **5.2 Značenie, bližšia charakteristika stratégie a výpočty Treasury bond futures a pre eurodolárové futures**

### **5.2.1 Značenie**

Ostáva rovnaké ako v 1.stratégii. Pribudnú však 3 nové veličiny:

- a)  $R(t)$  - Úroková miera
- b)  $PD(t)$ - počet dní, počas ktorých aplikujeme príslušný úrok
- c)  $\Delta P1(t)$  – dodatočne sledovaná zmena indexu  $P(t)$  potrebná v prípade e) uvedeného vyššie. Na základe tejto veličiny sa budeme vždy rozhodovať, či uzavrieť pozície alebo nie, aj keď často bude mať rovnakú hodnotu ako  $\Delta P(t)$ .

## 5.2.2 Bližšia charakteristika stratégie.

### 1. Začatie obchodovania

- a) Z počiatočného majetku, ktorého výšku stanovíme na 10 miliónov USD, si určíme pomernú časť, ktorú investujeme do kontraktov. V našom prípade to bude 10%.
- b) Stanovíme si veľkosť nárastu a poklesu indexu  $P(t)$  vzhľadom ku dňu, keď sme naposledy prerozdeľovali majetok medzi kontrakty a rezervu v pomere 1:9 ( t.j. vzhľadom ku dňu posledného takého otvárania pozícií, ktorému predchádzalo obdobie, počas ktorého sme neobchodovali) pri dosiahnutí ktorých uzavrieme všetky pozície a počkáme na určitý pokles indexu ( v prípade dlhej pozície) alebo nárast indexu v prípade krátkej pozície, ktorý upresníme v bode c). Zmenu indexu prislúchajúcu k zisku označíme pre krátku pozíciu  $\alpha_k$  (pokles indexu) a pre dlhú pozíciu  $\alpha_d$  (nárast indexu), a zmenu indexu prislúchajúcu ku strate označíme pre krátku pozíciu  $\beta_k$  (nárast indexu) a pre pre dlhú pozíciu  $\beta_d$  (pokles indexu).
- c) Stanovíme si veľkosť poklesu (v prípade dlhej pozície) resp. nárastu (v prípade krátkej pozície) indexu, na ktorý počkáme, ak dosiahneme zisk prislúchajúci k zmene indexu  $\alpha_k$  resp.  $\alpha_d$ . Veľkosť tohto poklesu označíme  $\gamma_d$  a nárastu  $\gamma_k$ . Rovnako si stanovíme aj veľkosť poklesu (v prípade dlhej pozície) resp. nárastu ( v prípade krátkej pozície), na ktorý počkáme, ak dosiahneme stratu prislúchajúcu k zmene indexu  $\beta_k$  resp.  $\beta_d$ . Tento poklesu označíme  $\delta_d$  a nárast  $\delta_k$ . Stratégiu budeme testovať s rôznymi hodnotami parametrov zvlášť pre krátku a dlhú pozíciu. Je pravdepodobné, že optimálne hodnoty parametrov zodpovedajúcich poklesom resp. nárastom indexu budú rôzne pre obe pozície.

### 2. Dosiahnutie stanoveného zisku alebo straty ( v posledný obchodovateľný deň alebo ľubovoľný iný deň)

#### a) Dosiahnutie zisku:

$\Delta P1(t) \geq \alpha_d$  (v prípade dlhej pozície) => počkáme, kým index  $P(t)$  poklesne o  $\gamma_d$ :

$$P(t) \rightarrow P(t) - \gamma_d$$

resp.  $\Delta P1(t) \leq \alpha_k$  (v prípade krátkej pozície) => počkáme, kým index  $P(t)$  stúpne o  $\gamma_k$ :

$$P(t) \rightarrow P(t) + \gamma_k$$

Počas doby čakania máme prázdny margin account a nemáme otvorené žiadne pozície. Suma na účte ( $B(t)$ ) je na začiatku doby čakania nasledovná:

$$B(t) = B(t-1) \times \left(1 + \frac{r(t-1) \times PD(t)}{360}\right) + 1000 \times PC(t-1) \pm \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1)$$

$MA(t) = 0$                        $PC(t) = 0$                       ← pre eurodollarové futures

resp.

$$B(t) = B(t-1) \times \left(1 + \frac{r(t-1) \times PD(t)}{360}\right) + 1553 \times PC(t-1) \pm \Delta P(t) \times 1000 \times PC(t-1)$$

← pre TB futures

Teda celý majetok uložíme na bankový účet  $B(t)$  a počkáme na pokles (resp. nárast) indexu o  $\gamma$ . Ak toto nastane alebo uplynie maximálny počet dní, počas ktorých čakáme, tak uzavrieme znovu kontrakty, na ktoré vyčleníme stanovenú časť majetku (v tomto prípade v pomere 1: 9) :

$$B(t+1) = B(t) \times \left(1 + \frac{r(t) \times PD(t+1)}{360}\right) \times 0,9$$

$$MA(t+1) = \frac{B(t+1)}{9} \qquad PC(t+1) = \frac{MA(t+1)}{1000}$$

← pre eurodollarové futures

$$\text{resp. } PC(t+1) = \frac{MA(t+1)}{1553}$$

← pre TB futures

### b) Dosiahnutie straty

ak  $\Delta P_1(t) \leq \beta_d$  (v prípade dlhej pozície) resp.  $\Delta P_1(t) \geq \beta_k$  (v prípade krátkej pozície) => počkáme, kým  $P(t)$  poklesne (resp. vzrastie) o  $\delta_d$  resp.  $\delta_k$ . Výpočty by boli rovnaké, ako v bode a).

### 3. Uzavretie všetkých pozícií a otvorenie rovnakého počtu nových pozícií v posledný obchodovateľný deň v prípade, že sme k tomuto dňu nedosiahli stanovenú mieru zisku alebo straty.

Prislúchajúce výpočty sú nasledovné:

$$PC(t) = PC(t-1) \qquad MA(t) = PC(t) \times 1553 \qquad \text{resp. } MA(t) = PC(t) \times 1000$$

pre TB futures                      pre eurodollarové futures

$$B(t) = \left(1 + \frac{r(t-1) \times PD}{360}\right) \times B(t-1) + \Delta P(t) \times 1000 \times PC(t-1)$$

← pre TB futures

$$\text{resp. } B(t) = \left(1 + \frac{r(t-1) \times PD}{360}\right) \times B(t-1) + \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1)$$

← pre eurodollarové futures

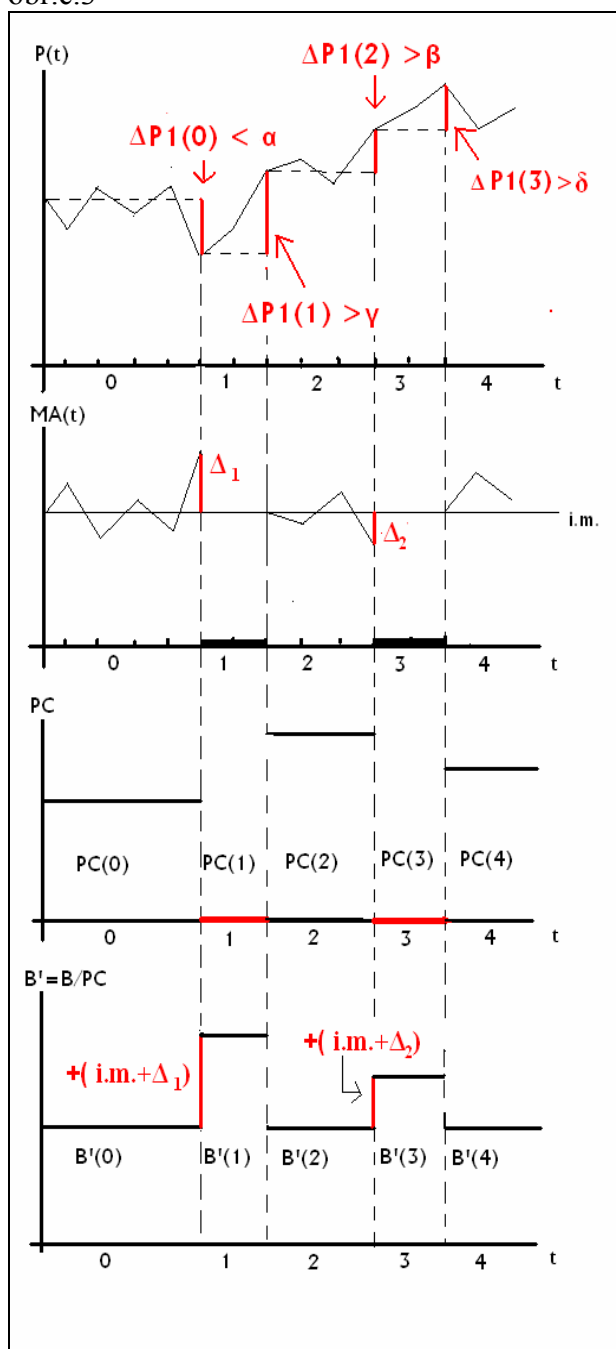
Vyššie uvedené výpočty platia aj v prípade, ak náš majetok na margin account klesne pod úroveň maintenance margin, ale nie natoľko, aby sme uzavreli všetky pozície a čakali s uzavretím nových futures kontraktov.

### 5.2.3 Príklad priebehu stratégie

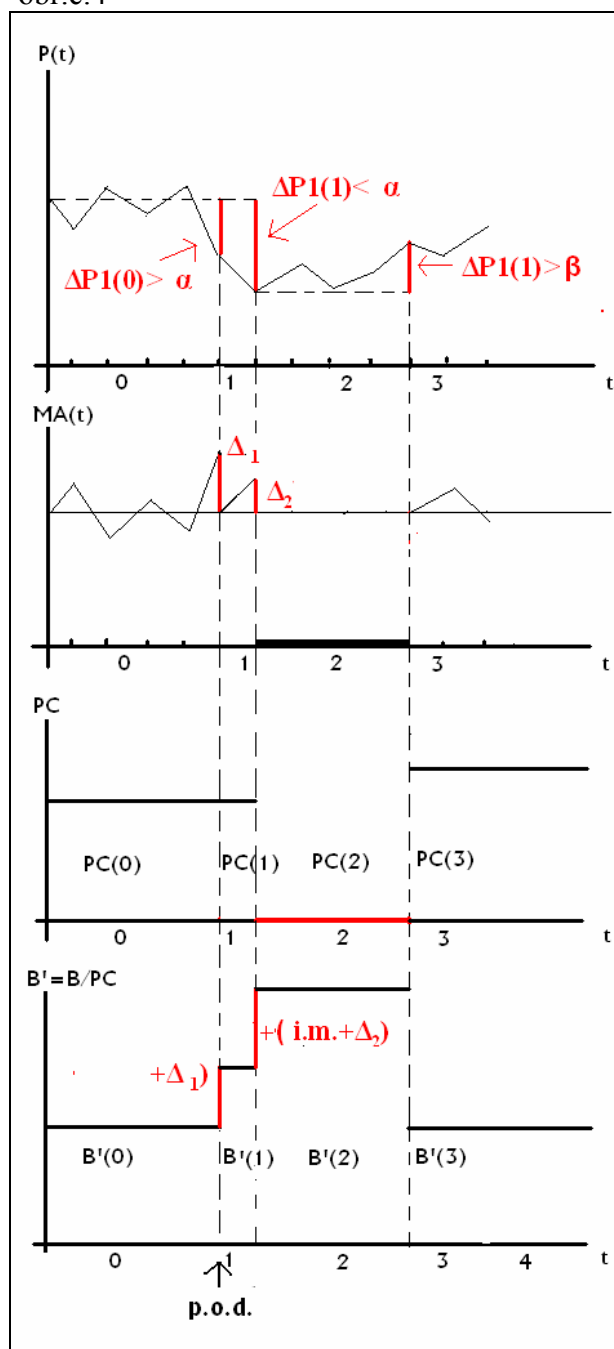
Obrázky č.3 a č.4 sú príkladom priebehu 2.stratégie pre krátku pozíciu, pričom obr. č. 4 sa zameriava na situáciu v posledný obchodovateľný deň ( p.o.d. ). V obr.č. 3 sú okamihy, keď na určitú dobu prestávame obchodovať, označené 1. a 3. trhanou čiarou. V prvom prípade sa prestáva obchodovať, keďže za obdobie označené 0 cenový index  $P(t)$  už poklesol o stanovený limit  $\alpha$ . Dosiahli sme tým zisk na jeden kontrakt vo výške  $\Delta_1$ , ale obávame sa, že takýto priaznivý vývoj už nebude pokračovať - preto prestávame obchodovať a uzavierame všetky pozície. V dôsledku toho sa majetok, ktorý bol v čase uzavierania pozícií na margin account ( i.m. +  $\Delta_1$  ) presunie na bankový účet (obr.č.3, 2.graf a 4.graf) a vynuluje sa aj počet kontraktov (obr.č.3, 3.graf). V druhom prípade, keď sa prestalo obchodovať nastala opačná situácia, keďže sa za obdobie označené 2 už dosiahol limit straty na 1 kontrakt. V okamihoch označených 2. a 4. zvislou trhanou čiarou sa znova začína obchodovať, keďže cenový index od začiatku období čakania označených 1 a 3 už narástol o stanovené hodnoty  $\gamma$  (1.prípade – keď čakaniu predchádzal zisk) a  $\delta$  (2.prípade – keď čakaniu predchádzala strata). Do futures investujeme štandardnú 1/10 majetku (toto predpokladáme aj pre 0. obdobie), a teda úroveň rezerv na 1 kontrakt (  $B'=B/PC$  ) bude rovnaká pre obdobia 0,2 a 4. Zmenia sa však počty kontraktov.

V obrázku č.4 sa obdobie označené 0 končí posledným obchodovateľným dňom (p.o.d.). Za toto obdobie nepoklesol index  $P(t)$  natoľko (nedosiahli sme ešte dostatočný zisk), aby sme na určité obdobie prestali obchodovať. Otvárame znova rovnaký počet pozícií ako bol v období 0 (  $PC(0)=PC(1)$  ), a teda zisk za obdobie 0 ( $\Delta_1$ ) presunieme na bankový účet( $B'$ ). Aby sme však neprestali brať do úvahy pokles za obdobie 0, na ktorý sme ešte v podstate nereagovali, tak počas obdobia 1 budeme sledovať zmenu cenového indexu od začiatku 0. obdobia a nie od začiatku 1. obdobia. V okamihu, ktorý je označený 2. zvislou trhanou čiarou sa končí 1. obdobie, keďže index od začiatku 0 obdobia už poklesol o viac ako limit  $\alpha$ . Preto prestávame obchodovať a čakáme na nárast index podobne ako sme to popisovali pre obr.č.3. Grafy pre vývoj majetku na účte sú zjednodušené, keďže nezachytávajú úročenie.

obr.č.3



obr.č.4



obr.č.4

**Poznámky k 2.stratégii:**

Pri aplikácii úročenia vždy úročíme ten majetok, ktorý bol na účte na začiatku obdobia ( $B(t-1)$ ), počas ktorého aplikujeme určitý úrok  $r(t-1)$ . Je to zjednodušenie reality v tom zmysle, že v skutočnosti na účte počas jedného obdobia

nie je konštantná výška majetku (ale buď rovnaká alebo vyššia), keďže zisky z margin account tam priebežne môžeme presúvať. K nižšej hodnote majetku na účte ako na začiatku obdobia nemôžeme dospieť v rámci toho istého obdobia, keďže by to znamenalo, že musíme

doplňať margin account, a to znamená ukončenie jedného obdobia v zmysle našich výpočtov.

### 5.3 Výsledky 2. stratégie pre Treasury bond futures a eurodollárové futures

Hľadali sme optimálnu kombináciu hodnôt použitých parametrov  $\alpha_k, \beta_k, \gamma_k, \delta_k$  resp.  $\alpha_d, \beta_d, \gamma_d, \delta_d$ . Na jednej strane sme zistili také hodnoty parametrov, pri ktorých sa dá dosiahnuť najvyšší výnos (v tabuľke vyznačené modrým) a na druhej strane hodnoty parametrov, pri ktorých sa v priemere dosahuje najvyšší výnos (v tab. červeným). V tabuľke sú uvádzané priemerné hodnoty výsledného stavu majetku. Dostali sme ich zafixovaním testovaného parametra na danej hodnote (1.riadok - hranica) a spriemerovaním koncového stavu majetku pre všetky možné kombinácie ostatných testovaných parametrov. Výsledné hodnoty parametrov získané týmito dvoma prístupmi sa rovnajú iba v niektorých prípadoch. To nám potvrdzuje, že nemožno stanoviť optimálnu hodnotu jedného parametra bez nadväznosti na ostatné parametre. Na druhej strane to, že sa hodnoty parametrov v oboch prístupoch niekedy rovnajú (v tab. modré políčko, červené písmo), a ak sa nerovnajú, tak sú to aspoň pomerne blízke hodnoty, nám potvrdzuje, že výsledné optimálne hodnoty parametrov z 1. prístupu nie sú čisto náhodné. Predpokladali sme totiž, že maximálny výnos by mohol náhodou vyjsť pre hodnoty parametrov, ktoré vo všeobecnosti nie sú optimálne, ale napriek tomu umožnili maximálny výnos napr. vďaka nejakému netypickému historickému vývoju. Tento predpoklad sa však nepotvrdil.

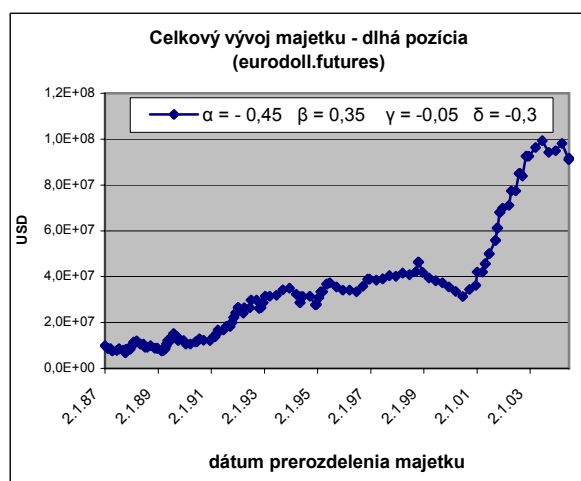
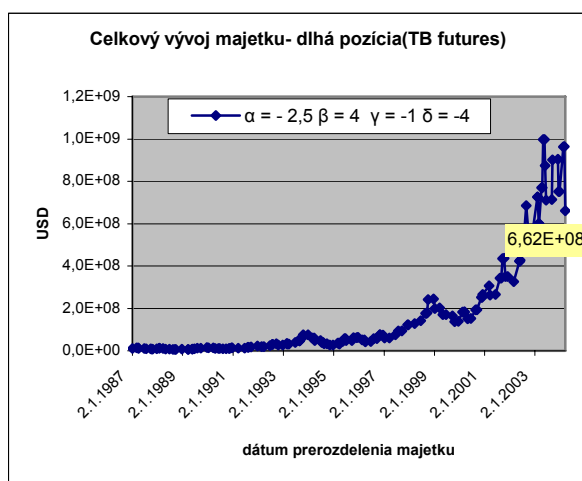
Výsledkom stratégie pre krátku pozíciu bola strata vzhľadom k počiatočnému majetku pre ľubovoľné hodnoty parametrov. Tie výsledky tak podrobne ako pre dlhú pozíciu preto neuvádzame.

## Eurodollárové futures

1. hranica nárastu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej uzavierame pozície = parameter $\beta$									
hranica	0,15	0,2	0,25	0,3	0,35	0,4	0,45	0,5	
majetok na účte	1,21E+07	1,32E+07	1,83E+07	2,12E+07	2,88E+07	2,87E+07	2,62E+07	3,13E+07	
počet kontraktov	1,38E+03	1,47E+03	2,02E+03	2,36E+03	3,21E+03	3,19E+03	2,69E+03	3,23E+03	
celkový majetok	1,35E+07	1,46E+07	2,04E+07	2,36E+07	3,20E+07	3,19E+07	2,89E+07	3,45E+07	
2. hranica poklesu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej uzavierame pozície = parameter $\alpha$									
hranica	-0,15	-0,2	-0,25	-0,3	-0,35	-0,4	-0,45	-0,5	
majetok na účte	2,11E+07	2,65E+07	2,39E+07	1,94E+07	1,75E+07	1,75E+07	2,74E+07	2,64E+07	
počet kontraktov	2,33E+03	2,92E+03	2,63E+03	2,13E+03	1,88E+03	1,88E+03	2,94E+03	2,84E+03	
celkový majetok	2,35E+07	2,95E+07	2,66E+07	2,16E+07	1,94E+07	1,94E+07	3,03E+07	2,92E+07	
3. hranica zmeny indexu pri čakani po predchádzajúcom poklese indexu (dlhá pozícia)=parameter $\delta$									
hranica	-0,05	-0,1	-0,15	-0,2	-0,25	-0,3	-0,35	-0,4	-4,5
majetok na účte	2,15E+07	2,24E+07	2,07E+07	1,97E+07	2,34E+07	2,29E+07	2,27E+07	2,33E+07	2,56E+07
počet kontraktov	2,34E+03	2,44E+03	2,26E+03	2,14E+03	2,54E+03	2,49E+03	2,47E+03	2,53E+03	2,78E+03
celkový majetok	2,38E+07	2,49E+07	2,30E+07	2,18E+07	2,59E+07	2,54E+07	2,52E+07	2,59E+07	2,84E+07
4. hranica zmeny indexu pri čakani po predchádzajúcom náraste indexu (dlhá pozícia)= parameter $\gamma$									
hranica	-0,05	-0,1	-0,15	-0,2	-0,25	-0,3	-0,35	-0,4	-4,5
majetok na účte	2,91E+07	2,34E+07	2,09E+07	1,94E+07	2,01E+07	2,03E+07	2,03E+07	1,97E+07	2,91E+07
počet kontraktov	3,16E+03	2,54E+03	2,27E+03	2,12E+03	2,19E+03	2,21E+03	2,21E+03	2,15E+03	3,15E+03
celkový majetok	3,23E+07	2,60E+07	2,32E+07	2,15E+07	2,22E+07	2,25E+07	2,25E+07	2,18E+07	3,22E+07

## Treasury bond futures

1. hranica nárastu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej uzavierame pozície = parameter $\alpha_d$									
hranica	2	2,5	3	3,5	4	4,5	5	5,5	
majetok na účte	4,19E+07	3,27E+07	2,98E+07	2,65E+07	4,85E+07	4,00E+07	7,02E+07	3,80E+07	
počet kontraktov	4,23E+03	3,10E+03	2,93E+03	2,71E+03	5,02E+03	4,22E+03	7,42E+03	3,99E+03	
celkový majetok	4,85E+07	3,75E+07	3,43E+07	3,07E+07	5,63E+07	4,65E+07	8,18E+07	4,42E+07	
2. hranica poklesu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej uzavierame pozície = parameter $\beta_d$									
hranica	-2	-2,5	-3	-3,5	-4	-4,5	-5	-5,5	
majetok na účte	6,94E+07	6,41E+07	7,08E+07	4,81E+07	2,66E+07	2,46E+07	1,32E+07	1,09E+07	
počet kontraktov	5,79E+03	6,83E+03	7,55E+03	5,13E+03	2,84E+03	2,64E+03	1,57E+03	1,28E+03	
celkový majetok	7,84E+07	7,47E+07	8,25E+07	5,61E+07	3,10E+07	2,87E+07	1,56E+07	1,29E+07	
3. hranica zmeny indexu pri čakani po predchádzajúcom poklese indexu (dlhá pozícia) = parameter $\delta_d$									
hranica	-1	-1,5	-2	-2,5	-2,75	-3,25	-3,5	-3,75	-4
majetok na účte	4,30E+07	4,29E+07	3,71E+07	3,95E+07	3,78E+07	3,99E+07	4,19E+07	4,39E+07	4,30E+07
počet kontraktov	4,35E+03	4,38E+03	3,84E+03	4,07E+03	3,88E+03	4,12E+03	4,37E+03	4,50E+03	4,35E+03
celkový majetok	4,97E+07	4,97E+07	4,31E+07	4,58E+07	4,38E+07	4,63E+07	4,87E+07	5,09E+07	4,97E+07
4. hranica zmeny indexu pri čakani po predchádzajúcom náraste indexu (dlhá pozícia) = parameter $\gamma_d$									
hranica	-1	-1,5	-2	-2,5	-2,75	-3,25	-3,5	-3,75	-4
majetok na účte	5,53E+07	4,72E+07	4,79E+07	3,63E+07	3,50E+07	3,01E+07	2,97E+07	3,34E+07	53872800
počet kontraktov	5,62E+03	4,81E+03	4,83E+03	3,73E+03	3,58E+03	3,14E+03	3,11E+03	3,50E+03	5505,77
celkový majetok	6,40E+07	5,47E+07	5,54E+07	4,21E+07	4,05E+07	3,49E+07	3,45E+07	3,88E+07	6,24E+07





Druhá stratégia, ktorá obohatila prvú stratégiu o nové prvky, v celku efektívne prekonáva nepriaznivý vývoj indexu prerušovaním obchodovania, čo sa prejavilo veľmi pozitívnym vývojom hodnoty majetku, keď sme zvolili dlhú pozíciu. Tento vývoj bol oproti výsledkom 1.stratégie ako aj modifikovanej 1.stratégie výrazne lepší (pri porovnaní grafov si treba uvedomiť, že v 1.stratégii sú dáta od r.1982, resp.1977 a v 2.stratégii až od r.1987). Avšak v prípade voľby krátkej pozície sme na konci sledovaného obdobia skončili v strate pri ľubovoľnej voľbe hodnôt parametrov. V tejto stratégii však nie je jasné, ktorú pozíciu treba zvoliť, keďže nepoznáme budúci dlhodobý vývoj indexu. Niekedy však existujú situácie, keď sa dlhodobý vývoj dá predpovedať napríklad na základe tendencií vývoja hospodárstva v krajine a podobne. Vtedy by 2. stratégia mohla v celku fungovať.

## 6. Kapitola

### Tretia stratégia: Obchodovanie s eurodolarovými futures

Táto stratégia sa bude vzťahovať len na eurodollárové futures, aj keď hlavnú myšlienku potom použijeme aj pre Treasury bond futures.

#### 6.1 Všeobecná konštrukcia stratégie

Táto stratégia je rozšírením 2.stratégie o nasledovné postupy:

a) Pri obchodovaní neotvárame vždy tú istú pozíciu (krátku alebo dlhú), ale pozície meníme podľa toho, aký vývoj cenového indexu predpokladáme do budúcnosti. Pozíciu si zvolíme na základe kritéria, ktoré je nasledovné: V čase, keď sa rozhodujeme, ktorú pozíciu zvoliť pre ďalšie obchodovanie ( t.j. v okamihoch dosiahnutia nami stanovenej hranice zisku alebo straty prislúchajúcej na 1 kontrakt za obdobie od predchádzajúceho rozhodovania o výbere pozície) , si zistíme rozdiel medzi úrokom, ktorý v tom okamihu vyplýva z eurodollarového futures a medzi 3-mesačnou forwardovou úrokovou mierou platnou od okamihu, keď sa s eurodollárovým futures kontraktom prestáva obchodovať. Pre eurodollárové futures je daný jediný deň „dodania“, a tým je posledný obchodovateľný deň. Tým pádom budeme zisťovať rozdiel medzi dvoma veľmi podobnými veličinami, medzi ktorými by mohol existovať určitý vzťah ( tento vzťah popíšeme bližšie v časti 3.2.). Ak je tento rozdiel kladný ( t.j. eurodollárový úrok – forwardová úroková miera), tak zvolíme krátku pozíciu, lebo očakávame nárast úrokovej miery, a teda pokles indexu  $P(t)$  pre futures kontrakty. A naopak, keď je rozdiel záporný, zvolíme dlhú pozíciu.

b) Pravidlo a) však neaplikujeme vždy. Sledujeme vývoj indexu, a ak zistíme, že za predchádzajúci časový úsek ( definujeme ho ako obdobie od 5. predchádzajúceho rozhodovania o výbere pozície až po súčasnosť ) vykazuje výrazný nárast alebo pokles, tak pri výbere pozície budeme predpokladať pokračovanie tohto trendu a vyberieme tomu zodpovedajúcu pozíciu, a to aj v prípade, že by sme podľa odseku a) mali zvoliť opačnú pozíciu. Optimálnu hodnotu pre spomínaný výrazný pokles alebo nárast budeme hľadať testovaním.

c) V posledný obchodovateľný deň prehodnocujeme voľbu pozície len v prípade, ak sme už dosiahli stanovený limit zisku alebo straty prislúchajúce na jeden futures kontrakt (tieto limity sme používali aj v 2.stratégii). Ak sme ten limit nedosiahli, pokračujeme v predchádzajúcej pozícii s rovnakým počtom kontraktov.

d) Ak pri aplikácii tejto stratégie dosiahneme limit straty alebo zisku, nebudeme čakať na určitý vývoj indexu tak, ako to bolo v 2. stratégii, a až potom otvárať nové pozície, ale v deň dosiahnutia limitu sa rozhodneme, v akej pozícii budeme pokračovať a do kontraktov investujeme časť majetku podľa pôvodného kritéria (my budeme používať pomer  $1:9 = MA(t):B(t)$  ). V tejto stratégii sa snažíme ťažiť z každého predpokladaného pohybu hodnoty indexu, preto tu nemá zmysel neuzavierať kontrakty z dôvodu, aby sme počkali na určitý vývoj indexu. To malo zmysel len v predchádzajúcej stratégii, v ktorej sme počas obchodovania vždy otvárali rovnakú pozíciu.

Stratégiu budeme aplikovať na obdobie od 2.1.1987 do 18.6.2004.

## 6.2 Hypotéza stratégie

Táto stratégia sa zakladá na predpoklade o existencii vzťahu medzi dvoma skutočnosťami, ktorými sú: 1) aktuálny rozdiel medzi eurodollárovým futures úrokom a forwardovým LIBOR-om s tým istým začiatkom platnosti a 2) budúci vývoj cenového indexu eurodollárového futures.

Predtým ako sformulujeme a odôvodníme spomínaný predpoklad, uvedieme stručnú teóriu:

### a) Teória

Samotná existencia rozdielu medzi eurodollárovým futures úrokom a

3-mesačným forwardovým úrokom môže byť spôsobená rôznymi faktormi. Napr.:

- Očakávaniami obchodníkov na burze ohľadne vývoja 3-mesačného LIBORu

- Existenciou vzťahu podkladovej úrokovej miery eurodollárového futures (ED) a forwardovej úrokovej miery (F) (aj keď pre iné druhy futures, napr. komoditné, nemusí tento vzťah platiť):  $F = ED - \frac{1}{2} \sigma^2 t_1 t_2$ ,

kde  $\sigma^2$  – ročná volatilita krátkodobej úrokovej miery (short rate)

$t_1$ - čas do maturity futures kontraktu počítaný v rokoch

$t_2$ - čas do maturity podkladovej úrokovej miery počítaný v rokoch

pričom hodnota  $\sigma^2$  sa pohybuje okolo 0,012 a v našej stratégii:  $t_1 \in \left(0, \frac{1}{4}\right), t_2 \in \left(\frac{1}{4}, \frac{1}{2}\right)$ .

Dôvody pre existenciu tohto vzťahu sú uvedené v časti 2.3. Vidíme, že člen  $\frac{1}{2} \sigma^2 t_1 t_2$  je v našom prípade veľmi malý ( $\sim 10^{-6}$ ), preto za dôležitý faktor uvedeného rozdielu futures úroku a forwardového úroku budeme považovať očakávania obchodníkov na burze.

## b) Formulácia predpokladov a ich zdôvodnenie

Naše predpoklady ohľadne toho, ako sa prejavujú očakávania obchodníkov a ohľadne dôsledkov týchto očakávaní na následný vývoj indexu sú tieto:

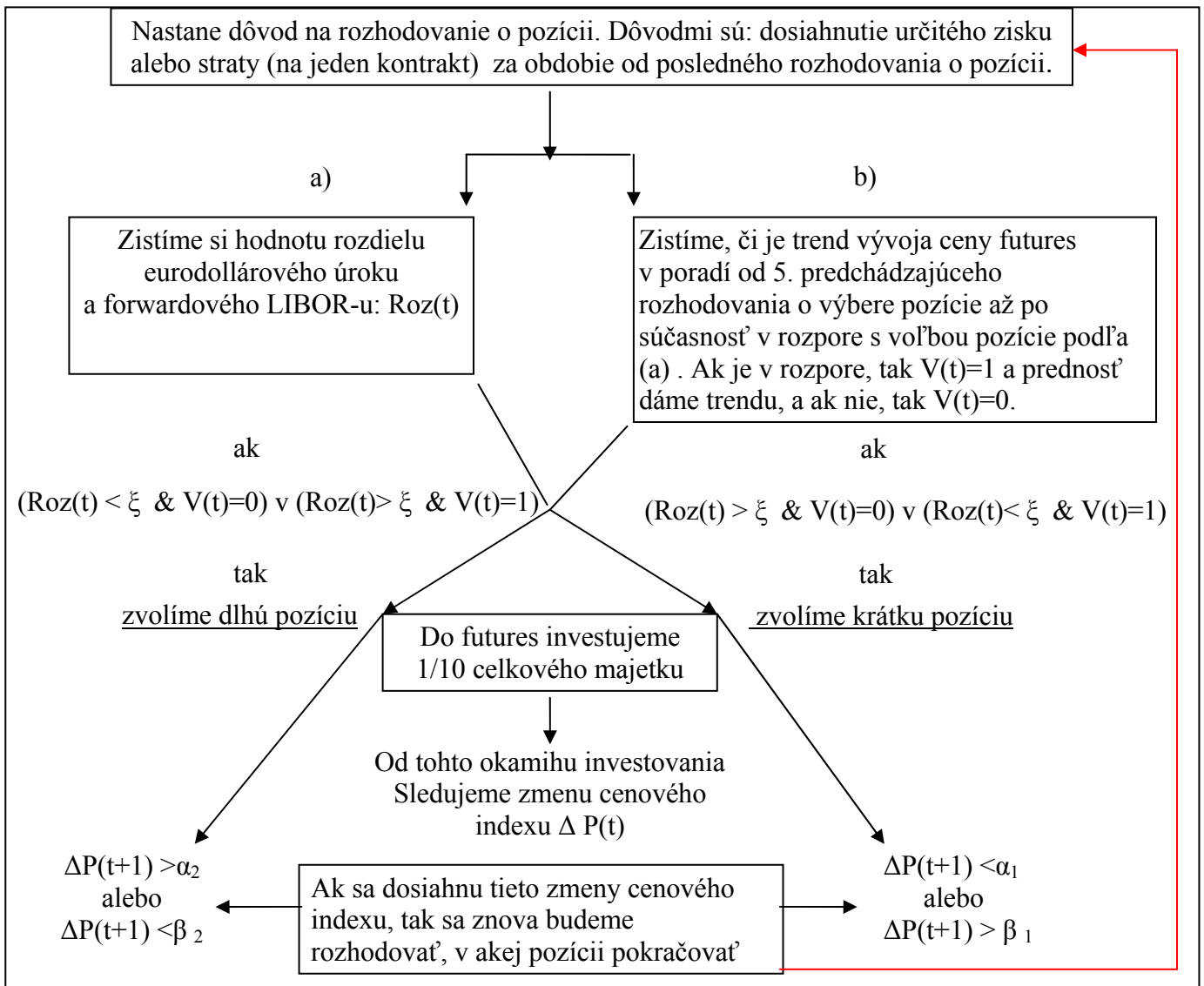
- Ak obchodníci očakávajú v krátkej budúcnosti nárast 3-mesačného LIBORu, ktorý by sa preniesol aj na ceny futures, tak rozdiel futures úroku a forwardového úroku bude kladný, keďže už v súčasnosti sa obchodníci s dlhou pozíciou budú snažiť v cenách futures kontraktov prispôbiť predpokladanému budúcemu zvýšeniu, aby sa tak vyhli strate. Teda stanovia futures úroky vyššie ako forwardové úroky, ktoré tieto očakávania nezohľadňujú. A naopak pri očakávaní poklesu 3-mesačného LIBORu bude tento rozdiel záporný. Predpokladáme tiež, že spomínaný rozdiel medzi úrokovými mierami odráža očakávania, ktoré zdieľa väčšina obchodníkov na burze (alebo najvplyvnejší).
- Predpokladáme, že očakávania obchodníkov sa vo väčšine prípadov naplnia. Napríklad tým, že obchodníci sa budú správať v súlade so svojimi očakávaniami, čím môžu spôsobiť, že sa ich očakávania skutočne zrealizujú (Ak väčšina obchodníkov predpokladá nárast LIBORu, tak budú otvárať krátke pozície. Snaha mnohých obchodníkov otvoriť krátke pozície- teda ponúknuť úrok na 3 mesiace – môže viesť k zvyšovaniu ponúkaného úroku, čím sa len potvrdia ich očakávania.). Očakávania obchodníkov sa môžu potvrdiť aj vtedy, ak mali správne informácie o budúcom vývoji rôznych externých faktorov ovplyvňujúcich vývoj 3-mesačného LIBORu.

### 6.3 Značenie

Značenie ostane rovnaké ako v 2.stratégii, okrem toho, že nebudeme používať parametre  $\alpha$ ,  $\beta$ ,  $\gamma$ ,  $\delta$  a zavedieme 6 nových parametrov  $\alpha_1$ ,  $\alpha_2$ ,  $\beta_1$ ,  $\beta_2$ ,  $\psi$ ,  $\xi$  a 2 nové premenné  $Roz(t)$  a  $V(t)$ .

- $\alpha_1$  – veľkosť poklesu indexu  $P(t)$  pri krátkej pozícii, pri dosiahnutí ktorej prehodnocujeme, v ktorej pozícii budeme ďalej pokračovať a celkový majetok vtedy prerozdeliť medzi  $MA(t)$  a  $B(t)$  podľa kritéria stanoveného na začiatku obchodovania.
- $\alpha_2$  - veľkosť nárastu indexu  $P(t)$  pri dlhej pozícii s rovnakou funkciou ako  $\alpha_1$
- $\beta_1$  - veľkosť nárastu indexu  $P(t)$  pri krátkej pozícii s rovnakou funkciou ako  $\alpha_1$
- $\beta_2$  - veľkosť poklesu indexu  $P(t)$  pri dlhej pozícii s rovnakou funkciou ako  $\alpha_1$
- $\xi$  – hranica rozdielu úroku vyplývajúceho z eurodollarového futures a 3-mesačného forwardového LIBORu, ktorá nám stanoví, akú pozíciu zvoliť. Ak je rozdiel väčší ako hranica, tak zvolíme krátku pozíciu, a ak je menší, tak zvolíme dlhú pozíciu.
- $\Psi$ - veľkosť nárastu alebo poklesu cenového indexu za určité predchádzajúce obdobie, pri dosiahnutí ktorého neaplikujeme pravidlo a) uvedené vo Všeobecnej konštrukcii stratégie, ale pravidlo b). Toto predchádzajúce obdobie definujeme ako obdobie od 5. predchádzajúceho rozhodovania o výbere pozície až po súčasnosť. Teda nepôjde o konkrétny počet dní, ale dĺžka tohto obdobia bude záležať od konkrétneho vývoja obchodovania.
- $Roz(t)$ - rozdiel medzi úrokom vyplývajúcim z eurodollárového futures a 3-mesačným forwardovým LIBORom
- $V(t)$  – binárna premenná, ktorá označuje, či ideme v stratégii použiť pravidlo a) alebo pravidlo b) (obe uvedené v časti 3.1). Ak je trend vývoja ceny futures v rozpore s výberom pozície na základe  $Roz(t)$ , tak  $V(t)=1$  a aplikujeme pravidlo b) uvedené v časti 3.1, inak  $V(t)=0$  a aplikujeme pravidlo a).

### 6.4 Schematický spôsob rozhodovania, príklad a výpočty, modifikovaná 3. stratégia

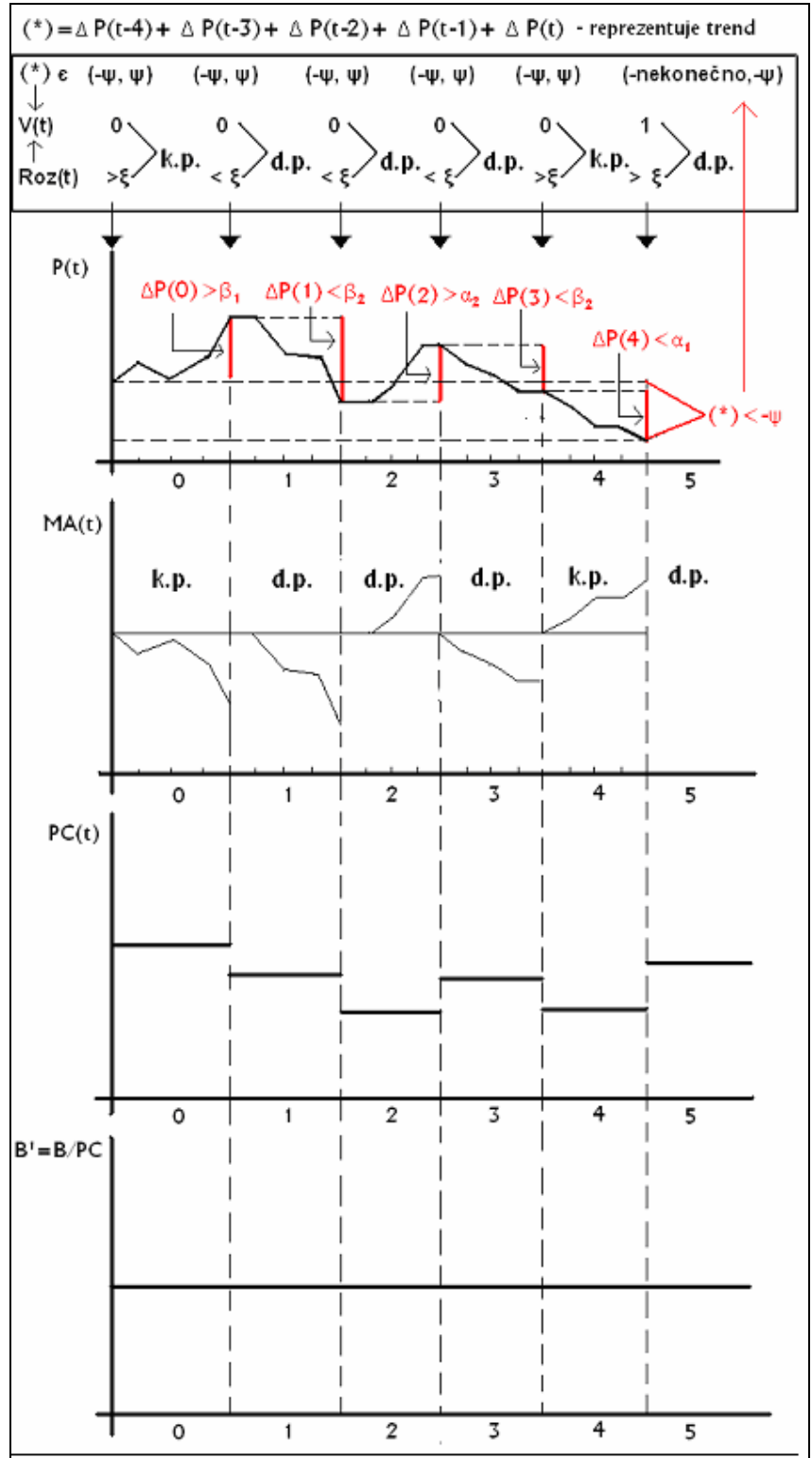


**Príklad priebehu stratégie:**

Obrázok č.5 vysvetľuje priebeh 3.stratégie. Na začiatku každého obdobia vyznačeného zvislou trhanou čiarou (aj na začiatku nultého obdobia) nastal dôvod na rozhodovanie o pozícii, v akej chceme pokračovať (t.j. cenový index už dosiahol limit poklesu alebo nárastu vzhľadom na začiatok daného obdobia). Pri voľbe pozície sa rozhoduje na základe dvoch kritérií: Roz (t) a trend. Trend považujeme za významný pre rozhodovanie, ak je hodnota (\*) menšia ako  $-\psi$  alebo väčšia ako  $\psi$ . V prípade, ak je významný, ale prispôbenie sa trendu pri voľbe pozície by nebolo v rozpore s voľbou pozície na základe kritéria Roz(t), tak vtedy V(t) nadobudne hodnotu 0, a ak by nastal rozpor, tak V(t)=1. V(t)=0 aj vtedy, ak trend nie je významný. Na obrázku v prvých piatich prípadoch trend nie je významný, keďže (\*) $\in (-\psi, \psi)$ , a teda V(t)=0. Vtedy si zvolíme pozíciu len na základe Roz(t). Ak je Roz(t) $>\xi$ , zvolíme krátku pozíciu (k.p.) a pre Roz(t) $<\xi$  dlhú pozíciu (d.p.). Rozpor medzi trendom a kritériom Roz(t) nastal len v poslednom prípade, keď sme preto miesto krátkej pozície, ktorá by vyplývala z kritéria Roz(t) zvolili dlhú pozíciu. Majetok na margin account sa v závislosti od pozície bude vyvíjať buď

zhodne s cenovým indexom ( dlhá pozícia) alebo presne opačne (krátka pozícia). Vždy keď sa rozhoduje v akej pozícii pokračovať, sa počet kontraktov prispôbí tak, aby pomer rezerv a peňazí na margin account bol na začiatku obdobia 9:1. Margin account v týchto okamihoch prispôbíme tak, aby na ňom bola suma rovná initial margin (i.m.). Teda rezervy na jeden kontrakt ostávajú vždy konštantné.

Obr.č.5



### Spôsob určenia 3-mesačnej forwardovej úrokovej miery platnej o k-dní:

vychádzame z rovnosti, ktorá musí platiť:

$$\left(1 + r_{3+k} \cdot \left(0,25 + \frac{k}{360}\right)\right) = \left(1 + r_f \cdot 0,25\right) \left(1 + r_k \cdot \frac{k}{360}\right)$$

pričom:  $r_{3+k}$  – je úroková miera na obdobie 3 mesiacov + k dní

$r_f$  – je forwardová úroková miera na obdobie 3 mesiacov

$r_k$  – je úroková miera na obdobie k dní.

Teda  $r_f$  vypočítame nasledovne:

$$r_f = \left[ \frac{1 + r_{3+k} \cdot \left(0,25 + \frac{k}{360}\right)}{1 + r_k \cdot \frac{k}{360}} - 1 \right] \cdot 4$$

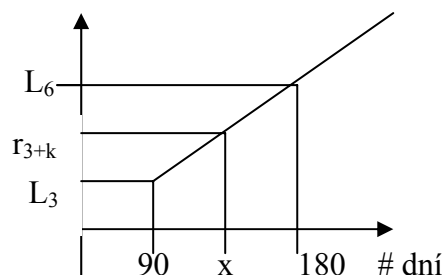
Hodnoty  $r_{3+k}$  a  $r_k$  si pre každý deň odhadneme zo známych reálnych hodnôt 1,3 a 6-mesačného LIBORu nasledovne:

- Odhad úrokovej miery  $i$  na obdobie  $x$  dlhšie ako 3 mesiace a kratšie ako 6

mesiacov:  $r_{3+k} = L_3 + \frac{(L_6 - L_3)(x - 90)}{90}$

$L_3$  – 3-mesačný LIBOR

$L_6$  – 6-mesačný LIBOR



- Odhad úrokovej miery  $i$  na obdobie  $k$  kratšie ako 3 mesiace:

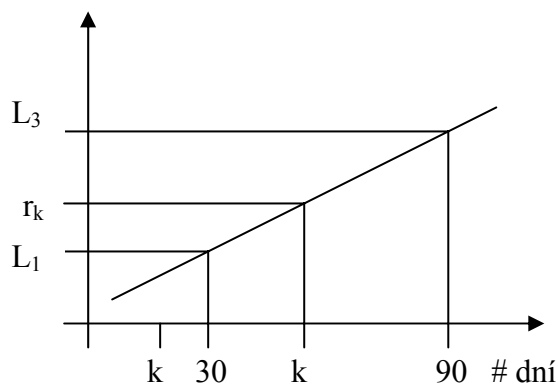
$$r_k = L_1 + \frac{(L_3 - L_1)(k - 30)}{60}$$

$L_1$  – 1-mesačný LIBOR

Pravdaže sklon úrokovej krivky

môže byť aj úplne iný

(môže napr. klesať)



a) Ak v čase  $t$  prehodnocujeme pozície, tak prerozdelenie majetku bude nasledovné v prípade, ak sme v predchádzajúcom období obchodovali s krátkou pozíciou (v tomto prípade prehodnocujeme pozície, ak  $\Delta P(t) \leq \alpha_1 \vee \Delta P(t) \geq \beta_1$ ) :

$$B(t) = \left[ B(t-1) \times \left( 1 + \frac{r(t-1) \times PD(t)}{360} \right) + 1000 \times PC(t-1) - \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) \right] \times 0,9$$

$$MA(t) = \frac{B(t)}{9}$$

Formálna podmienka toho, že v období od  $t-1$  do  $t$  sme obchodovali v krátkej pozícii je nasledovná:  $(V(t-1) = 0 \wedge \text{Roz}(t-1) \geq \xi) \vee (V(t-1) = 1 \wedge \text{Roz}(t-1) < \xi)$ ,

b) Prerozdelenie majetku v čase  $t$  bude nasledovné v prípade, ak sme v predchádzajúcom období obchodovali s dlhou pozíciou (v tomto prípade prehodnocujeme pozície, ak  $\Delta P(t) \geq \alpha_2 \vee \Delta P(t) \leq \beta_2$ ) :

$$B(t) = \left[ B(t-1) \times \left( 1 + \frac{r(t-1) \times PD(t)}{360} \right) + 1000 \times PC(t-1) + \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) \right] \times 0,9$$

$$MA(t) = \frac{B(t)}{9}$$

Formálna podmienka toho, že v období od  $t-1$  do  $t$  sme obchodovali v dlhej pozícii je nasledovná:  $(V(t-1) = 0 \wedge \text{Roz}(t-1) < \xi) \vee (V(t-1) = 1 \wedge \text{Roz}(t-1) \geq \xi)$

### Modifikovaná 3. stratégia

3.stratégiu modifikujeme tak, že rozhodovacím kritériom bude rozdiel úroku vyplývajúceho z eurodllárového futures a 3-mesačného LIBORu (a nie 3-mesačného forwardového LIBORu ako to bolo v 3.stratégii). Ďalšou podstatnou zmenou je spôsob výberu pozície: ak sledovaný rozdiel v čase nášho rozhodovania nadobudne väčšiu hodnotu ako nami stanovenú hranicu, zvolíme dlhú pozíciu a v opačnom prípade krátku. Zmysel tejto stratégie je nasledovný: Z grafov obsahujúcich súčasne vývoj úroku vyplývajúceho z eurodllárového futures a vývoj 3-mesačného LIBORu sa javí, že ak je spomínaný rozdiel kladný, tak je futures úrok vo fáze rastu a naopak, keď je záporný, tak je úrok vo fáze poklesu. Za takéhoto stavu budeme predpokladať, že onedlho nastane práve opačný vývoj úroku a tomu zodpovedajúco zvolíme aj pozíciu.

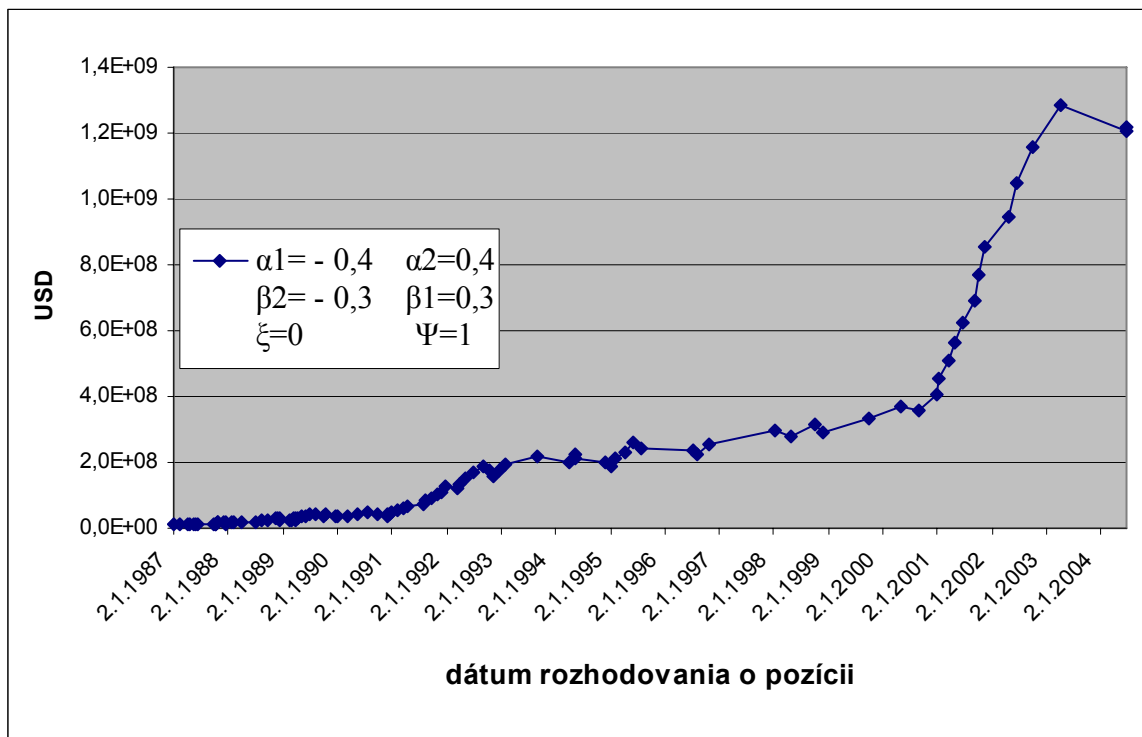
Táto stratégia sa oproti 3.stratégii ukázala celkove ako menej úspešná, no v určitých obdobiach fungovala lepšie. Zrejme by bolo vhodné myšlienky oboch skombinovať.



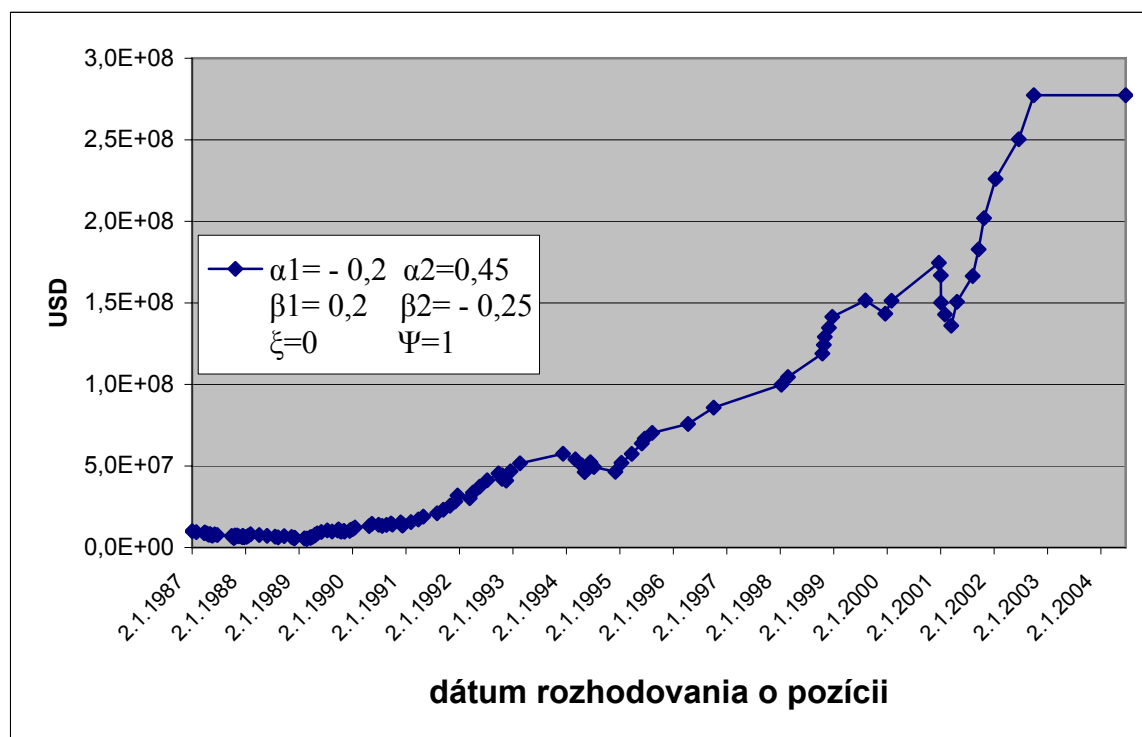
## 6.5 Výsledky 3.stratégie pre eurodollárové futures.

1. hranica nárastu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\alpha_2$								
hranica	0,3	0,4	0,45					
majetok na účte	2,33E+08	2,04E+08	1,88E+08					
počet kontraktov	2,65E+04	2,28E+04	2,11E+04					
celkový majetok	2,59E+08	2,27E+08	2,09E+08					
2. hranica poklesu indexu pri krátkej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\alpha_1$								
hranica	-0,15	-0,2	-0,25	-0,3	-0,35	-0,4	-0,45	-0,5
majetok na účte	2,39E+08	1,97E+08	1,73E+08	2,00E+08	1,89E+08	2,55E+08	2,06E+08	2,09E+08
počet kontraktov	2,69E+04	2,22E+04	1,95E+04	2,26E+04	2,13E+04	2,87E+04	2,32E+04	2,35E+04
celkový majetok	2,66E+08	2,19E+08	1,93E+08	2,22E+08	2,10E+08	2,84E+08	2,30E+08	2,32E+08
3. hranica poklesu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\beta_2$								
hranica	-0,1	-0,15	-0,2	-0,25	-0,3	-0,35	-0,4	
majetok na účte	2,08E+08	1,89E+08	2,44E+08	2,06E+08	2,28E+08	2,08E+08	1,75E+08	
počet kontraktov	2,30E+04	2,12E+04	2,74E+04	2,29E+04	2,54E+04	2,40E+04	2,03E+04	
celkový majetok	2,31E+08	2,10E+08	2,71E+08	2,29E+08	2,53E+08	2,32E+08	1,96E+08	
4. hranica nárastu indexu pri krátkej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\beta_1$								
hranica	0,3	0,4	0,45	0,5	0,55			
majetok na účte	2,56E+08	2,35E+08	2,01E+08	2,00E+08	1,51E+08			
počet kontraktov	2,87E+04	2,65E+04	2,26E+04	2,25E+04	1,70E+04			
celkový majetok	2,84E+08	2,61E+08	2,23E+08	2,22E+08	1,68E+08			
5. hranica pre rozdiel úroku z eurodollárového futures a forwardového úroku = parameter $\xi$								
hranica	0	0,05	0,1					
majetok na účte	1,94E+08	2,52E+08	1,78E+08					
počet kontraktov	2,19E+04	2,84E+04	2,01E+04					
celkový majetok	2,16E+08	2,80E+08	1,99E+08					
6. hranica zmeny indexu pri výnimočnom zvolení opačnej stratégie = parameter $\Psi$								
hranica	0,75	0,8	0,85	0,9	1			
majetok na účte	1,85E+08	1,90E+08	2,08E+08	2,21E+08	2,38E+08			
počet kontraktov	2,08E+04	2,14E+04	2,35E+04	2,49E+04	2,68E+04			
celkový majetok	2,05E+08	2,11E+08	2,32E+08	2,46E+08	2,65E+08			

Grafy vývoja majetku pre optimálne hodnoty parametrov (t.j. pri ktorých sa dosahuje maximálny výnos):



Pre modifikovanú 3.stratégiu uvedieme už len optimálne hodnoty parametrov a graf vývoja majetku pre tieto parametre:  $\alpha_1 = -0,2$ ,  $\alpha_2 = 0,45$ ,  $\beta_1 = 0,2$ ,  $\beta_2 = -0,25$ ,  $\xi = 0$ ,  $\Psi = 1$



Vyhodnotenie výsledkov tejto stratégie uvedieme spolu aj s vyhodnotením 4.stratégie až v záverečnom vyhodnotení, keďže obe stratégie sú veľmi podobné.

## 7. Kapitola

### Štvrtá stratégia: obchodovanie s Treasury bond futures

#### 7.1 Konštrukcia stratégie

Keďže 3.stratégia aplikovaná na eurodollárové futures sa ukázala ako zmysluplná, využijeme ju aj pre Treasury bond futures. Postupy v stratégii budú rovnaké až na nasledovnú vlastnosť: V 3.stratégii sme sledovali rozdiel medzi úrokom vyplývajúcim z eurodollárového futures a 3-mesačným forwardovým LIBORom na rozhodovanie o tom, ktorú pozíciu zvoliť, pričom sme mali k dispozícii presné historické dáta pre 1,3 a 6-mesačný LIBOR. Teda forwardový LIBOR sme mohli určiť pomerne presne. Pri aplikácii 3.stratégie na TB futures by sme tiež potrebovali poznať určitú teoretickú forwardovú cenu TB, ktorú by zhruba mala kopírovať cena TB futures, aby na trhu nedochádzalo k arbitrážnym situáciám. Historické ceny TB však nie sú dostupné a navyše pre TB futures platí, že dodaný môže byť ľubovoľný dlhopis, ktorý má maturitu dlhšiu ako 15 rokov a súčasne nesmie byť vládou vyplatený skôr, ako o 15 rokov. Takýchto dlhopisov je v určitom okamihu k dispozícii niekoľko desiatok, a teda obchodníci si pre dodanie vyberú dlhopis, ktorý je v tom čase najlacnejší. Aj cena TB futures by sa mala preto odvíjať od forwardovej ceny dlhopisu, ktorý je možné dodať počas mesiaca dodania a jeho forwardová hodnota je v čase stanovovania futures ceny spomedzi všetkých najnižšia. Naším prvotným cieľom bude čo najpresnejšie odhadnúť ceny TB futures a odchýlky od skutočných cien TB futures od týchto odhadov považovať za dôsledok očakávaní obchodníkov na burze. Pri výpočte odhadu cien najlacnejšieho dlhopisu, ktorý možno v budúcnosti dodať musíme brať do úvahy nasledovný vzťah, ktorým sa cena TB futures uvádzaná na burze pretransformuje na skutočnú cenu, ktorú treba zaplatiť za konkrétny dodaný dlhopis.

$$\text{Zaplattená cena} = \text{cena futures na burze} * \text{konverzný faktor} + \text{akruovaný úrok}$$

Akruovaný úrok = nevyplatená časť kupónu pripadajúca na obdobie od poslednej platby kupónov po okamih dodania dlhopisu.

Konverzný faktor = hodnota dlhopisu v prvý deň mesiaca dodania s nominálnou hodnotou 1 USD a s kupónom, ktorý sa v percentuálnom vyjadrení rovná tomu, ktorý má dodaný dlhopis, ako aj s rovnakou maturitou ako má dodaný dlhopis. Pri určení hodnoty kupónov

a nominálnej hodnoty vyplatených v budúcnosti, sa použije diskontný faktor 6% (platí od 22.9.1999) alebo 8% (platilo do 21.9.1999).

Na odhad ceny TB futures by sme teda použili vzťah:

$$\text{Odhad TB fut} = (\text{Zaplattená cena} - \text{akruovaný úrok}) / \text{konverzný faktor},$$

pričom za zaplattenú cenu použili forwardovú hodnotu dlhopisu, ktorú vypočítame nasledovne:

$$\text{forwardová cena platná o } k \text{ dní: } FP = \left(1 + k \cdot \frac{r_k}{360}\right) \cdot \sum_{i=1}^n c_i \cdot (1 + j_i)^{-q_i/360}$$

$c_i$  – výška kupónu, ktorý je v prípade TB vyplácaný polročne,  $c_1 = c_2 = \dots = c_{n-1}$ ,

$c_n$  = nominálna hodnota dlhopisu +  $c_1$ . Výška kupónov môže byť pre rôzne dlhopisy odlišná

$j_i$  – úrokové miery, ktorými diskontujeme jednotlivé kupóny a nominálnu hodnotu

Presné historické dáta sme mali pre úrokové miery platné na obdobia: 1 rok, 2, 3, 5, 7, 10, 20 a 30 rokov. Úrokové miery na ostatné celoročné obdobia kratšie ako 30 rokov sme si odhadli jednoduchou interpoláciou.

$q_i$  – počet dní do vyplatenia  $i$ -teho kupónu. Neberieme pravdaže do úvahy kupóny, ktoré sú vyplatené v období od uzavretia futures kontraktu do jeho expirácie. Pri výpočtoch budeme používať zjednodušujúce predpoklady: 1. dlhopis bude dodaný v deň expirácie futures kontraktu, 2. prvý kupón, ktorý berieme do úvahy sa vyplatí tiež v deň expirácie futures kontraktu.

$k$  - počet dní do maturity futures

$r_k$  – úroková miera na obdobie  $k$  dní, ktoré je kratšie ako 3 mesiace. Spôsob odhadu tejto úrokovej miery je uvedený v popise 3. stratégie, časť: Výpočty a).

Pri uvedenom odhade ceny TB futures sme však nebrali do úvahy kvalitatívny rozdiel medzi forwardovými cenami a cenami futures, ktoré sa v prípade podkladových aktív s dlhou splatnosťou (ako je to u TB) viac prejavajú ako napr. v eurodollárových futures, kde sme to nebrali do úvahy. Tento kvalitatívny rozdiel je zrejmy zo vzťahu medzi forwardovou cenou a cenou futures, ktorý sme si odvodili pomocou modelu Ho & Lee v časti 2.3. Dostávame vzťah pre odhad zaplattenej ceny za TB (cena futures upravená o akruovaný úrok a konverzný faktor):

$$\text{zaplattená cena} = \frac{1}{P(0,T)} \sum_{i=1}^n P(0,T_i) \tilde{c}_i < \frac{1}{P(0,T)} \cdot \sum_{i=1}^n P(0,T_i) \cdot c_i = \text{forwardová cena}$$

$c_i$  – hodnota  $i$ -tej platby (kupón, nominálna hodnota)

$T$  – čas do maturity futures kontraktu počítaný v rokoch

$T_i$  – čas do maturity dlhopisu počítaný v rokoch

$P(0, T) = (1 + j_i)^{-T/360}$ ,  $j_i$  – úroková miera na  $i/2$  roky. V prípadoch, keď  $i/2$  nie je celé číslo, sme použili úrokovú mieru na predchádzajúce celočíselné obdobie.

$$\tilde{c}_i = c_i \cdot \exp\left(-\frac{1}{2} \sigma^2 T^2 (T_i - T)\right),$$

kde  $\sigma^2$  je ročná volatilita krátkodobej úrokovej miery (short rate).

Hodnotu zaplatenej ceny potom upravíme o akruovaný úrok a konverzný faktor a dostaneme odhad cien TB futures uvádzaných na burze. Týmto spôsobom však musíme vypočítať odhad futures ceny pre všetky dlhopisy, ktoré by v čase dodania spĺňali kritériá pre dodanie a odhad ceny futures bude potom minimum zo všetkých odhadov. O dôvodoch takéhoto postupu píšeme viac v časti 1.3. Následne si vypočítame rozdiely cien TB futures a našich odhadnutých cien. Ďalší priebeh stratégie je takmer zhodný s 3. stratégiou, pričom ako rozhodovacie kritérium budeme teraz používať vyššie uvedené rozdiely cien. V 3. stratégii bol týmto kritériom rozdiel medzi úrokom vyplývajúcim z eurodollárového futures a 3-mesačným forwardovým LIBORom. Myšlienka 4. stratégie ostáva rovnaká ako v 3. stratégii a prejaví sa tak, že ak je hodnota uvedeného rozdielu väčšia ako nami stanovená hranica, tak budeme očakávať nárast indexu na burze a v opačnom prípade budeme očakávať pokles. V tretej stratégii sme vždy očakávali opačný vývoj, čo je spôsobené len inou konštrukciou indexu pre eurodollárové futures.

Stratégiu budeme aplikovať na obdobie od 2.1.1987 do 19.2.2002. Zúžili sme rozsah dát oproti 3. stratégii, keďže pre úrokovú mieru na 30 rokov, ktorú sme využívali na odhad cien TB futures existovali historické dáta len do 19.2.2002.

## 7.2 Výpočty a spôsob rozhodovania

Použité značenie ostáva rovnaké, ako v 3. stratégii.

- a) Ak v čase  $t$  prehodnocujeme pozície, tak prerozdelenie majetku bude nasledovné v prípade, ak sme v predchádzajúcom období obchodovali s dlhou pozíciou (v tomto prípade prehodnocujeme pozície, ak  $\Delta P(t) \geq \alpha_2 \vee \Delta P(t) \geq \beta_2$ )

$$B(t) = \left[ B(t-1) \times \left( 1 + \frac{r(t-1) \times PD(t)}{360} \right) + 1000 \times PC(t-1) + \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) \right] \times 0,9$$

$$MA(t) = \frac{B(t)}{9}$$

Formálna podmienka toho, že v období od  $t-1$  do  $t$  sme obchodovali v dlhej pozícii je nasledovná:  $(V(t-1) = 0 \wedge \text{Roz}(t-1) \geq \xi) \vee (V(t-1) = 1 \wedge \text{Roz}(t-1) < \xi)$

- b) Prerozdelenie majetku v čase  $t$  bude nasledovné v prípade, ak sme v predchádzajúcom období obchodovali s dlhou pozíciou

(v tomto prípade prehodnocujeme pozície, ak  $\Delta P(t) \leq \alpha_1 \vee \Delta P(t) \geq \beta_1$ ):

$$B(t) = \left[ B(t-1) \times \left( 1 + \frac{r(t-1) \times PD(t)}{360} \right) + 1000 \times PC(t-1) - \Delta P(t) \times 2500 \times PC(t-1) \right] \times 0,9$$

$$MA(t) = \frac{B(t)}{9}$$

Formálna podmienka toho, že v období od  $t-1$  do  $t$  sme obchodovali v krátkej pozícii je nasledovná:  $(V(t-1) = 0 \wedge \text{Roz}(t-1) < \xi) \vee (V(t-1) = 1 \wedge \text{Roz}(t-1) \geq \xi)$

Schematický spôsob rozhodovania a príklad na priebeh stratégie by boli takmer identické s 3. stratégiou, preto ich už nezvádzame.

### 7.3 Výsledky 4.stratégie pre TB futures.

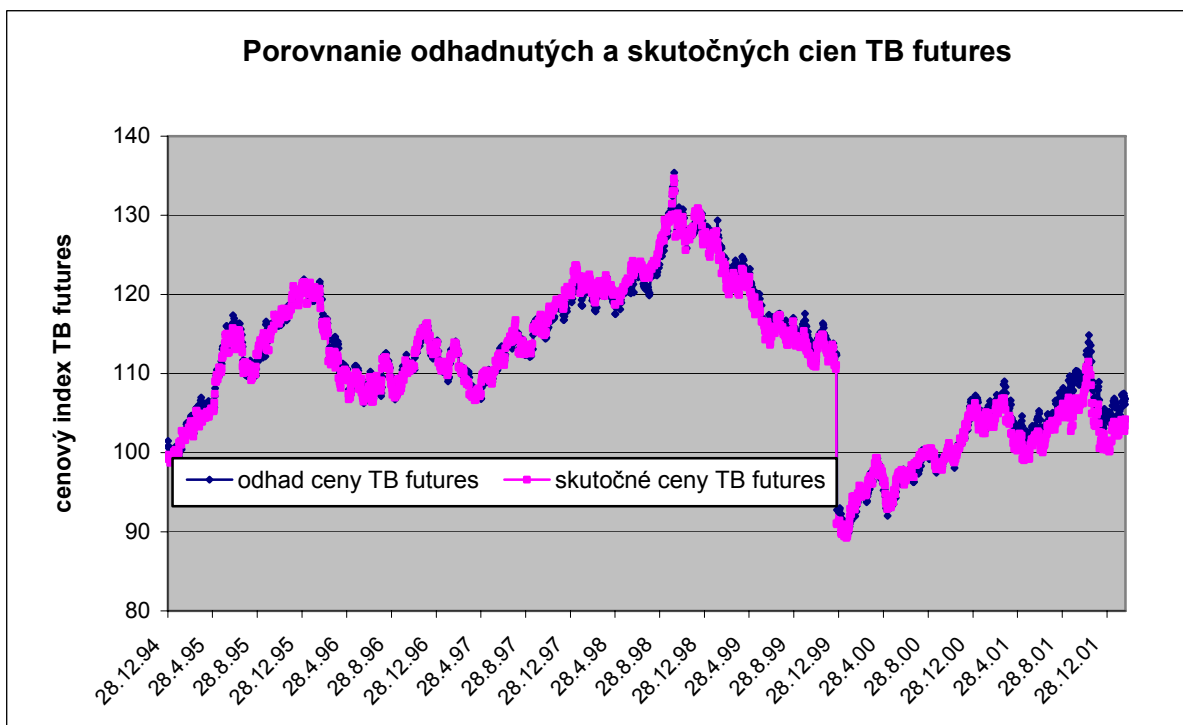
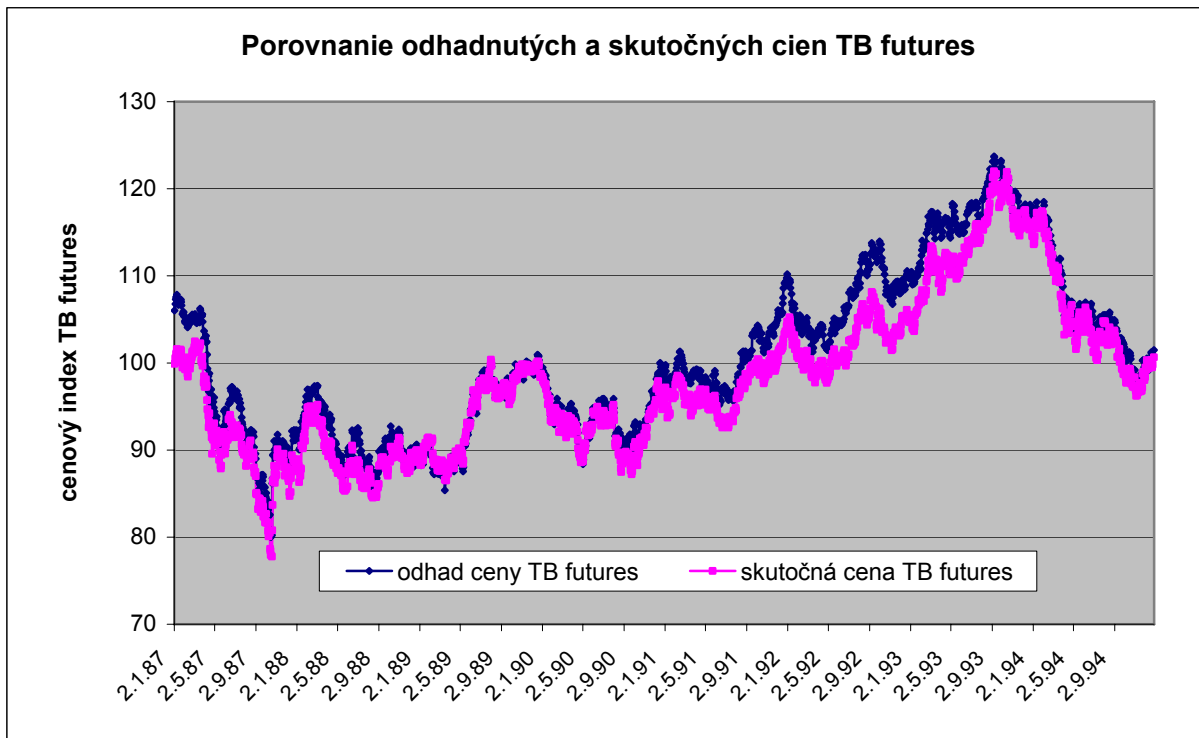
1. hranica nárastu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\alpha_2$					
hranica	2	2,5	3		
majetok na účte	7.26E+06	1.43E+07	6.21E+07	3.00E+07	
počet kontraktov	5.69E+02	1.30E+03	5.56E+03	2.50E+03	
celkový majetok	8.14E+06	1.64E+07	7.07E+07	3.39E+07	
2. hranica poklesu indexu pri krátkej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\alpha_1$					
hranica	-2	-2.5	-3	-3.5	
majetok na účte	3.84E+07	2.98E+07	2.73E+07	1.82E+07	
počet kontraktov	3.30E+03	2.62E+03	2.35E+03	1.66E+03	
celkový majetok	4.36E+07	3.38E+07	3.09E+07	2.08E+07	
3. hranica poklesu indexu pri dlhej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\beta_2$					
hranica	-4.5	-5	-5.5	-6	-6.5
majetok na účte	2.87E+07	2.11E+07	3.41E+07	3.70E+07	2.13E+07
počet kontraktov	2.18E+03	1.81E+03	3.09E+03	3.43E+03	1.90E+03
celkový majetok	3.20E+07	2.39E+07	3.89E+07	4.23E+07	2.43E+07

4. hranica nárastu indexu pri krátkej pozícii, pri ktorej prehodnocujeme pozície = parameter $\beta_1$				
hranica	2	2,5	3	3,5
majetok na účte	5.93E+07	2.40E+07	1.81E+07	1.23E+07
počet kontraktov	5.14E+02	2.20E+02	1.55E+02	1.03E+02
celkový majetok	6.01E+07	2.43E+07	1.83E+07	1.24E+07

5. hranica zmeny indexu pri výnimočnom zvolení opačnej stratégie = parameter $\Psi$								
hranica	3/resp.-3	3.5/-3.5	4/resp.-4	4.5/-4.5	5/resp.-5	5.5/-5.5	6/resp.-6	6.5/-6.5
majetok na účte	4.48E+07	4.15E+07	3.80E+07	3.25E+07	2.82E+07	2.37E+07	2.16E+07	1.42E+07
počet kontraktov	3.85E+03	3.71E+03	3.35E+03	2.90E+03	2.52E+03	2.07E+03	1.85E+03	1.16E+03
celkový majetok	5.08E+07	4.73E+07	4.33E+07	3.70E+07	3.21E+07	2.70E+07	2.45E+07	1.60E+07

6. hranica pre rozdiel úroku z eurodollárového futures a forwardového úroku = parameter $\xi$											
hranica	-0.6	-0.5	-0.4	-0.3	-0.2	0	0.2	0.3	0.4	0.5	0.6
majetok na účte	2.22E+07	3.45E+07	4.05E+07	4.34E+07	3.41E+07	2.93E+07	2.61E+07	2.38E+07	2.05E+07	1.98E+07	1.87E+07
počet kontraktov	1.93E+03	2.99E+03	3.48E+03	3.73E+03	2.98E+03	2.56E+03	2.30E+03	2.08E+03	1.83E+03	1.76E+03	1.66E+03
celkový majetok	2.52E+07	3.91E+07	4.59E+07	4.92E+07	3.87E+07	3.33E+07	2.97E+07	2.70E+07	2.34E+07	2.25E+07	2.12E+07

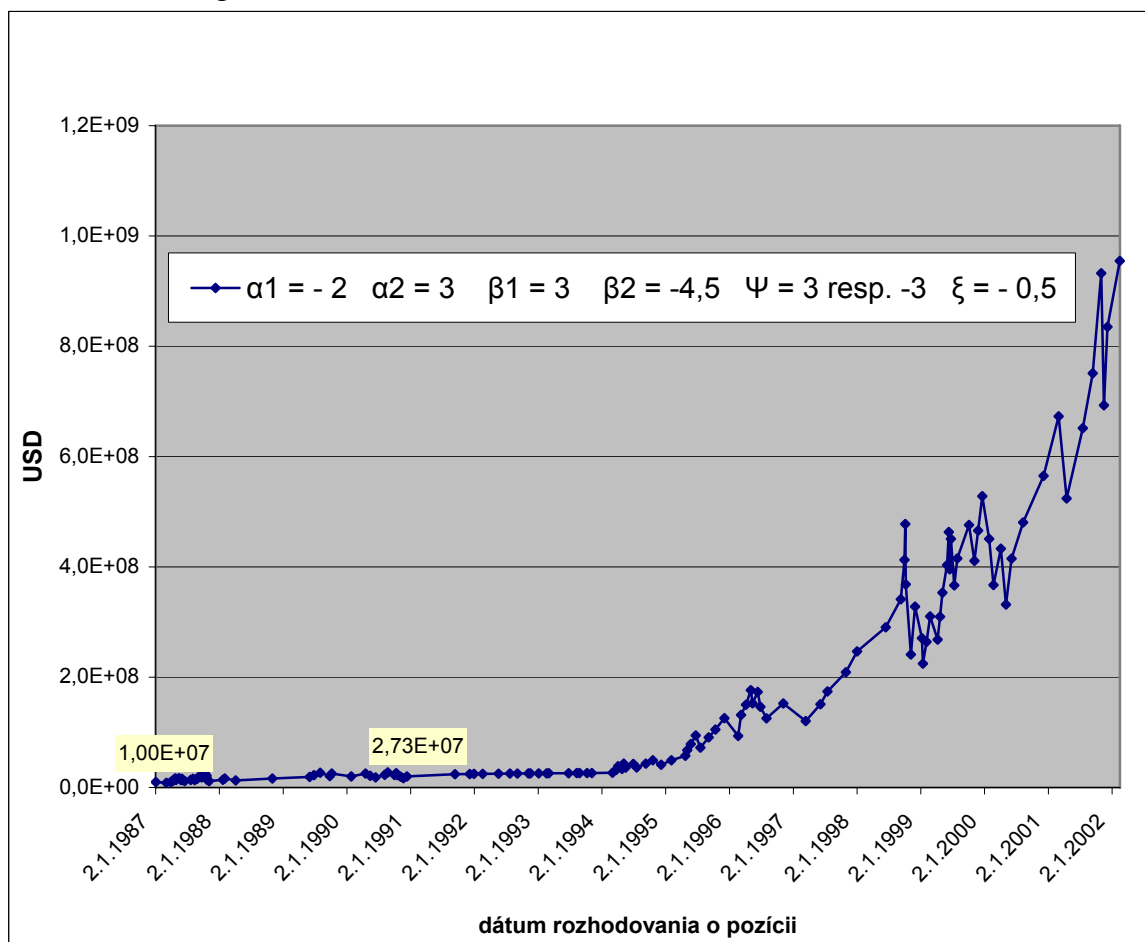
Odhady cenového indexu TB futures, ktoré sme využili pri rozhodovaní o voľbe pozície počas obchodovania, zväčša pomerne dobre kopírujú skutočnú hodnotu cenového indexu na burze. Menej presné sú odhady len v období od roku 1991 do 1994. Je možné, že nám chýbali informácie o niektorých vydaných dlhopisoch, ktoré by spôsobili zníženie hodnoty odhadov. Keďže sa nám však túto nepresnosť nepodarilo odstrániť, toto obdobie sme pri testovaní stratégie vynechali s tým, že peniaze sme počas neho len úročili.





Náhly zlom vo vývoji ceny TB futures v poslednom grafe je spôsobený oficiálnou zmenou výpočtu konverzného faktora, kde sa miesto 8%-ného diskontného faktora začal používať 6 %-ný.

Vývoj majetku s hodnotami parametrov, s ktorými sa dosiahol najvyšší výnos je zobrazený na nasledovnom grafe:



### Zhodnotenie výsledkov stratégií.

Prvá stratégia bola veľmi jednoduchá a pasívna a z výsledkov je zrejmé, že pre obchodovanie s futures je počas dlhšieho časového obdobia absolútne nevhodná. Vývoj cenového indexu eurodollárových ako aj Treasury bond futures sa vyznačuje aj v rámci kratších období (napr. 0,5 roka) značne vysokou volatilitou, ktorá pri tejto stratégii spôsobuje, že aj pri pomerne vysokých rezervách majetku nepoužitých na investovanie, v priebehu krátkej doby investor zákonite skrachuje. Pri eurodollárových futures sme neskrachovali pri dlhej pozícii vďaka nižšej volatilitite tohto druhu futures. Modifikovaná 1.stratégia zavedením nového spôsobu rozdeľovania majetku medzi futures a cash

samozrejme nemohla ovplyvniť vývoj pre krátku pozíciu, tak aby neskončila krachom, keďže celkové nárasty indexu prevýšili celkové poklesy za sledované obdobie. Avšak v prípade dlhej pozície pre TB futures zabránila krachu a pre eurodollárové futures výrazne zvýšila výnos. Kvôli tejto zjavnej efektívnosti a aj logickosti takéhoto prerozdelenia majetku, sme tento postup používali ďalej aj v nasledovných stratégiách.

Druhá stratégia, ktorá obohatila prvú stratégiu o nové prvky, v celku efektívne prekonáva nepriaznivý vývoj indexu prerušovaním obchodovania, čo sa prejavilo veľmi pozitívnym vývojom hodnoty majetku, keď sme zvolili dlhú pozíciu. Tento vývoj bol oproti výsledkom 1.stratégie ako aj modifikovanej 1.stratégie výrazne lepší (pri porovnaní grafov si treba uvedomiť, že v 1.stratégii sú dáta od r.1982, resp.1977 a v 2.stratégii až od r.1987). Avšak v prípade voľby krátkej pozície sme na konci sledovaného obdobia skončili v strate pri ľubovoľnej voľbe hodnôt parametrov. V tejto stratégii však nie je jasné, ktorú pozíciu treba zvoliť, keďže nepoznáme budúci dlhodobý vývoj indexu. Niekedy však existujú situácie, keď sa dlhodobý vývoj dá predpovedať napríklad na základe tendencií vývoja hospodárstva v krajine a podobne. Vtedy by 2. stratégia mohla v celku fungovať.

Ťažšie je však odhadnúť krátkodobý vývoj indexu. O to sme sa pokúsili a do určitej miery sa nám to aj podarilo v 3. a 4. stratégii. Z výsledkov 3. stratégie aplikovanej na eurodollárové futures môžeme usudzovať, že konštrukcia nášho rozhodovacieho kritéria na voľbu pozície mala určite význam z nasledovných dôvodov:

- Pri optimálnom nastavení parametrov sme v 65 z 98 prípadov voľby pozície na konci obdobia obchodovania v zvolenej pozícii dosiahli zisk. Početnosť úspešných rozhodnutí nie je však natoľko dôležitá, ako skôr pomer celkovej straty za stratové obdobia k celkovému zisku počas ziskových období. V tomto optimálnom prípade to vyšlo : **(-10,3729): 29,091= celková strata: celkový zisk.**
- Ďalším pozitívnym výsledkom tejto stratégie je to, že pre žiadnu hodnotovú kombináciu parametrov sme sa nedostali do straty ( t.j. vo vyše 5 tisíc prípadoch), čo svedčí o tom, že vhodnosť rozhodovacieho kritéria do istej miery vykompenzovala možnú neprimeranosť hodnotovej kombinácie parametrov, ktorá určite nastala v mnohých z testovaných prípadov.
- V dôsledku častého výberu správnej (ziskovej) pozície a vhodného nastavenia parametrov sa eliminovali aj výrazné krátkodobé výkyvy, čím sme splnili okrem výnosnosti aj druhé kritérium úspešnej stratégie – pomerne nízku rizikovosť.

Veľmi pozitívne výsledky priniesla aj štvrtá stratégia. Pomer celkovej straty za stratové obdobia k celkovému zisku počas ziskových období bol:

**(-150) : 178,37 = celková strata : celkový zisk.** Pri niektorých testovaných nastaveniach hodnôt parametrov však na rozdiel od eurodollárových futures skončíme v strate. Taktiež sa nepodarilo eliminovať výrazné krátkodobé výkyvy hodnoty majetku. Je to zrejme spôsobené vyššou volatilitou TB futures oproti eurodollárovým futures.

## Záver

Cieľom tejto diplomovej práce bolo oboznámiť sa s trhom futures a konštrukcia úspešných stratégií. Môžeme konštatovať, že obe sme zvládli v celku úspešne. Čo sa týka oboznámenia sa s trhom futures, však treba podotknúť, že tento trh v jeho súčasnej podobe funguje už pomerne zložito, tiež existujú už vypracované mnohé viac či menej komplikované metódy (napr. na predpovedanie vývoja ceny) a stratégie obchodovania s futures, a celkove je pojem trh futures veľmi široký. Preto sme si nemohli vytvoriť dokonalý prehľad v celej problematike obchodovania s futures. Na druhej strane sa nám ale v celku do hĺbky podarilo preniknúť do procesov obchodovania s TB futures a eurodollárovými futures.

Najviac nášho úsilia sa v skutočnosti sústredilo na konštrukciu vlastných stratégií. V rámci druhu stratégií, na ktoré sme sa zamerali, ( t.j. špekulatívne stratégie s portfóliom zloženým z jediného druhu futures) sa nám podarilo dospieť k pomerne úspešným, ktoré sme podrobnejšie zhodnotili v predchádzajúcej časti. Za pozitívnu črtu týchto stratégií možno považovať to, že sme do nich zakomponovali niektoré teoretické aspekty popísané v 1. a 2. kapitole. To zrejme tiež prispelo k ich úspešnosti. Tu možno poznamenať, že by bolo určite zaujímavé obohatiť stratégie tak, aby portfólio obsahovalo viac druhov futures alebo v prípade rovnakých druhov aspoň s rôznym mesiacom dodania a podobne. V tejto práci však na to už priestor nebol. Výsledkom tejto práce je aj poznanie, s ktorým sa obchodníci s futures asi stotožňujú: ak predpokladom úspechu je dobrá stratégia, tak to znamená, že úspech sa dá dosiahnuť len dlhou a dôslednou prácou, keďže tá je na vytvorenie zmysluplnej a úspešnej stratégie nevyhnutná.

## Literatúra

- [1] HULL JOHN C. 2003. Options, futures and other derivatives. Upper Saddle River, N.J. : Prentice Hall, 2003. 744 s.
- [2] ROTHSTEIN NANCY H. 1984. The handbook of financial futures : A guide for investors and professional financial managers. New York : McGraw-Hill Book Company, 1984. 638 s
- [3] PLISKA STANLEY R.1997. Introduction to Mathematical Finance : Discrete time models. Cornwall, Bodmin : Hartnolls Ltd., 1997. 262 s.
- [4] MELICHERČÍK I. , OLŠÁROVÁ L. , ÚRADNÍČEK V. 2005. Kapitoly z finančnej matematiky 1. Bratislava : Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, 2005.
- [5] MELICHERČÍK I. , OLŠÁROVÁ L. 2005. Kapitoly z finančnej matematiky 2. Bratislava : Fakulta matematiky, fyziky a informatiky Univerzity Komenského, 2005.
- [6] ROCKEFELLER BARBARA. 2001. The global trader : strategies for profiting in foreign exchange futures and stocks. New York : John Wiley & Sons, 2001. 256 s.
- [7] HERBS ANTHONY F. 1992. Analyzing and forecasting futures prices : A guide for hedgers, speculators and traders. New York : John Wiley & Sons, 1992. 238 s.
- [8] CHANCE DON M. 1989. An introduction to options and futures. Chicago : Dryden Press, 1989. 560 s.

[www.cbot.com](http://www.cbot.com)

<http://www.ustreas.gov/offices/domestic-finance/debt-management/interest-rate/yield.html>

<http://www.publicdebt.treas.gov/of/ofaicqry.htm>