UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE

Fakulta matematiky, fyziky a informatiky

Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky

Riadenie portfólia zloženého z akcií, opcií a dlhopisov

Diplomová práca

Marianna Fukasová

Bratislava 2009

Riadenie portfólia zloženého z akcií, opcií a dlhopisov

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Marianna Fukasová

UNIVERZITA KOMENSKÉHO V BRATISLAVE
FAKULTA MATEMATIKY, FYZIKY A INFORMATIKY
KATEDRA APLIKOVANEJ MATEMATIKY A ŠTATISTIKY

9.1.9 Aplikovaná matematika
Ekonomická a finančná matematika

Vedúci diplomovej práce: Mgr. Igor Melicherčík, PhD.

Bratislava 2009

Poďakovanie

Týmto sa chcem úprimne poďakovať vedúcemu diplomovej práce Mgr. Igorovi Melicherčíkovi, PhD. za všetok čas, nápady, konštruktívne pripomienky a konzultácie, ktoré mi pri práci s ochotou poskytol.

Abstrakt

Fukasová, Marianna: Riadenie portfólia zloženého z akcií a opcií [diplomová práca]. Univerzita Komenského, Bratislava. Fakulta Matematiky, Fyziky a Informatiky; Katedra Aplikovanej Matematiky a Štatistiky. Vedúci bakalárskej práce: Mgr. Igor Melicherčík PhD.; Katedra Aplikovanej Matematiky a Štatistiky, Univerzita Komenského, Bratislava. Bratislava: FMFI UK, 2009. 56 strán.

Každý investor má nejakú predstavu o tom, čo čaká od investície. Je pre neho dôležité vedieť zhodnotiť ako ďaleko je od žiadaného priebehu, a tiež aké stratégie má použiť, aby sa mu čo najviac priblížil. Na trhu je k dispozícii veľa finančných nástrojov, táto práca využíva európske opcie na akcie nevyplácajúce dividendy. Hľadá spôsob, ako zvoliť najvhodnejšiu stratégiu pre konkrétneho investora, a tiež mu dáva aj návod ako vyjadriť svoje predstavy o priebehu investície jedným číslom, tzv. indexom efektívnosti.

Kľúčové slová:

stratégia, portfólio, opcie, index efektívnosti,

Key words:

strategy, portfolio, opcion, index of efficiency,

Obsah

Úvod

V posledných desaťročiach nastal veľký rozmach finančných derivátov. Investori nemajú radi fluktuácie cien akcií, menových kurzov alebo napr. úrokových sadzieb. Finančné deriváty otvorili veľa nových možností ako sa nestabilitám na finančných trhoch vyhnúť. Dohody typu forward by sme mohli nájisť už v staroveku, kde ich uzatvárali farmári so svojimi odberateľmi, aby vedeli, koľko pôdy môžu osiať. V tejto práci využívame európske opcie na akcie nevyplácajúce dividendy. Samotné opcie na akcie sa objavili už po vzniku newyorskej burzy v 90. rokoch 18. storočia. Nevedeli ich však správne oceňovať. Svetlo priniesli v sedemdesiatych rokoch ekonómovia M.S. Scholes, R.C. Merton a teoretický fyzik F.Black, ktorí zostrojili matematický model na oceňovanie finančných derivátov. Vďaka nim nastal veľký rozvoj opčných obchodov.

Na portfólio sa pozrieme z pohľadu konkrétneho investora, ktorý má vlastnú predstavu o priebehu investície. Pokúsime sa na základe jeho preferencií vybrať pre neho najvhodnejšiu opčnú stratégiu. Práca je zaujímavá aj z dôvodu praktickosti, totižto navrhované postupy a riešenia si môžeme ľahko odskúšať na historických dátach.

Diplomová práca je rozdelená do štyroch kapitol. V prvej si pripomieme niektoré pojmy z finančnej matematiky a pozrieme sa na základný model oceňovania opcií. Druhá kapitola nás oboznámi s opčnými stratégiami, a tiež si určíme spôsob, akým budeme kalibrovať. Nadviažeme časťou o hodnotení stratégií, kde sa pokúsime jedným číslom, tzv. efektívnosťou, vyjadriť spokojnosť s investíciou. Zakončíme kapitolou, v ktorej otestujeme stratégie na historických dátach.

Kapitola 1

Základné pojmy

Úlohou tejto kapitoly bude ozrejmiť čitateľovi najhlavnejšie pojmy, ktoré budú neskôr nevyhnutné pre pochopenie tejto diplomovej práce. Často používanými budú hlavne dlhopisy a opcie. Dúfame, že „prelúskanie sa“ touto časťou prispeje k väčšej zrozumiteľnosti ostatných kapitol.

1.1 Teória portfólia

Aktívom nazývame nástroj, ktorý môžeme predávať a kupovať. Súbor aktív nazývame *portfólio.* Môže obsahovať rôzne počty rôznych aktív. (napr. dlhopisov, akcií, opcií, ...)

Hodnota portfólia je daná súčtom trhových hodnôt jednotlivých aktív tvoriacich portfólio. Ak nám hodnota portfólia za určité obdobie narastie, zaznamenáme *zisk*, ak poklesne, *stratu.*

Stav hodnoty portfólia budeme určovať z toho, ako nám to „vynáša“.

Ukazovateľom, ktorý nám povie ako nám vzrástla alebo padla hodnota portfólia bez poznania výšky počiatočnej investície, je výnos r, udávame ho v % a definujeme ho ako:

$$r = \frac{X_1 - X_0}{X_0} = \frac{X_1}{X_0} - 1 \tag{1.1}$$

Samozrejme, investora zaujíma nielen momentálny stav investície, ale taktiež to, čo môže od investície očakávať v budúcnosti. S tým súvisí nielen výnos, ale aj riziko, ktoré so sebou portfólio prináša. O tom, čo bude pre investora najlepšie, sa však zamyslíme neskôr. Teraz sa poďme pozrieť na jednotlivé zložky, ktoré môžu portfólio tvoriť.
Na začiatok si povieme, čo tieto aktíva predstavujú, a tiež ako sa oceňujú, v ďalšej kapitole sa zamyslíme nad tým, ako a v ktorých situáciách sa dajú najlepšie použiť.

1.2 Dlhopis

je cenný papier, v ktorom sa dlžník zaväzuje, že v stanovenej lehote splatí nominálnu hodnotu a v dohodnutých obdobiach bude vyplácať pravidelný (mesačný, polročný, ročný, ...) úrok (tzv. kupón)
Ak dlhopis kúpime, na začiatku zaplatíme jeho cenu a neskôr, na konci stanovených období, budeme kupóny dostávať. V čase vypršania dlhopisu dostaneme okrem kupónu (ozn. C) i jeho nominálnu hodnotu (ozn. F)
Čiže peňažný tok (cash flow) môžeme zapísať symbolicky ako C, C, ... C, C+F

Základné rozdelenie dlhopisov:

- Bezkupónové (zero coupon bonds)- kratšia doba splatnosti (do 1 roka)
- Kupónové (coupon bonds)- zvyčajne s dlhšou dobou splatnosti (niekoľko rokov)

Kupónové dlhopisy

V čase jeho splatnosti dostaneme nominálnu hodnotu, a tiež v pravidelných intervaloch sa vyplácajú kupóny (zvyčajne sa uvádzajú v % p.a. z nominálnej hodnoty dlhopisu).
Označme: P - súčasná cena dlhopisu

F- nominálna hodnota (face value)

δ - perióda vyplácania kupónov (napr. keď $\delta = 1/2$, tak sa kupóny vyplácajú polročne)

C - ročný kupón

Tok platieb kupónového dlpopisu počas n periód bude Cδ, Cδ, $\ldots$, Cδ+F. Keď úročíme diskrétnym spôsobom a $\delta = 1$, cena kupónového dlhopisu bude:

$$P = \frac{F}{(1+r_n)^n} + \sum_{i=1}^{n} \frac{C}{(1+r_i)^n} \tag{1.2}$$

Označme si T_0 - dnešný dátum, R(T_0, T) - spojitý úrok na obdobie od T_0, do T. Pri spojitom úročení cena kupónového dlhopisu bude:

$$P = F \exp^{-R(T_0,T_n)(T_n-T_0)} + \sum_{i=1}^{n} C\delta \exp^{-R(T_0,T_i)(T_i-T_0)}, \quad \text{kde čas } T_i = T_0 + i\delta \tag{1.3}$$

Bezkupónový dlhopis, ktorý má F = 1 sa nazýva *diskontný dlhopis*, tiež *diskontný faktor*. Jeho cena je

$$P(T_0, T) = \exp^{-R(T_0,T)(T-T_0)} \tag{1.4}$$

Potom si pomocou neho môžeme prepísať taktiež cenu kupónového dlhopisu:

$$P = FP(T_0, T_n) + \sum_{i=1}^{n} CP(T_0, T_i), \qquad \text{kde čas } T_i = T_0 + i\delta \tag{1.5}$$

1.3 Opcia

1.3.1 Európska opcia

Predstavuje právo (možnosť), nie však povinnosť majiteľa opcie kúpiť alebo predať podkladové aktívum (underlying) za vopred stanovenú fixnú cenu - exspiračnú cenu E (strike price) v deň splatnosti T (dátum vypršania, maturita) kontraktu.

Opcia dáva jej držiteľovi "voľnosť"pri jej uplatňovaní, môže si zvážiť, čo je výhodnejšie. Samotné právo má samo o sebe istú hodnotu, a preto zaň v čase uzavretia kontraktu musí kupujúci zaplatiť istú opčnú prémiu V - cenu opcie. Vypisovateľ má právo na prémiu za svoje riziko spojené s náhodnými výchylkami ceny aktíva. Poznáme:

Kúpne opcie (call options)

predstavujú právo kúpiť príslušné podkladové aktívum (to môže byť napr. akcia, index, úroková miera, výmenný kurz, komodita...) za určitú cenu v istom čase. Podľa toho, či v čase predaja aktívum vlastníme alebo nie, rozoznávame kryté a nekryté opcie. [1]
Ich nákupom môžeme docieliť pákový efekt, kvôli tomu, že cena opcie je podstatne nižšia ako hodnota podkladového aktíva (akcie). Kúpou opcií teda získame možnosť veľkého zisku v prípade vzostupu cien akcií, ktorých už malý rast môže niekoľkonásobne zväčšiť hodnotu opcie.

Predajné opcie (put option)

právo predať príslušné podkladové aktívum za určitú cenu v istom čase
Akcionár si môže ich nákupom poistiť svoje portfólio proti poklesu ceny akcií, alebo to môže využiť na špekulácie, keď očakáva, že cena akcií padne.

1.3.2 Americká opcia

sa odlišuje len tým, že právo kúpiť alebo predať je možné využiť kedykoľvek do dátumu vypršania (v ľubovoľnom čase pred exspiráciou).
Prívlastok americká neznamená to, že napr. na burzách v USA sa neobchoduje aj s európskymi opciami. Nie je to viazané geograficky.
Táto opcia má v čase vypršania rovnakú hodnotu ako Európska opcia, ale

[1] Napríklad keď investor predpokladá vzostup ceny určitých akcií, ale nemieni ich nakúpiť z nejakého dôvodu, môže nakúpiť kúpne opcie danej akcie, a to mu umožní profitovať pri vzostupe ceny akcií aj bez povinnosti ich naozaj vlastniť.

vzhľadom na to, že má navyše aj právo byť realizovaná kedykoľvek do času vypršania, cena americkej je väčšia alebo rovná prémii európskej. Vzorce pre americké a európske call opcie sa pre akcie bez dividend zhodujú.

Opčná prémia (je trhová cena, za ktorú sa predáva opcia) = vnútorná hodnota opcie + časová hodnota opcie
Vnútorná hodnota opcie je čiastka, ktorú by kupujúci dostal, ak by opciu uplatnil:

$$\max\left[(S-E)^{+},0\right], \qquad \text{pre call opciu} \tag{1.6a}$$

$$\max\left[(E-S)^{+},0\right], \qquad \text{pre put opciu} \tag{1.6b}$$

pričom S je spotová (promptná) cena podkladového aktíva na trhu a E je realizačná cena opcie.

Pozície, do ktorých sa môže opcia počas svojej životnosti dostať, sú tieto (je to vlastne rozdelenie podľa aktuálnej ziskovosti):

- In-the-money - ITM   S > K pre call, K > S pre put
  Má zmysel uplatniť kúpnu, resp. predajnú opciu

- At-the-money - ATM   S=K pre call aj pre put
  Tieto opcie sú najcitlivejšie na zmeny ceny na spotovom trhu

- Out-of-money -OTM   S < K pre call K < S pre put
  t.j. opciu v takomto prípade nemá význam uplatniť

ak je spotová cena v prípade kúpnej opcie aspoň 5% pod realizačnou cenou (pri predajnej nad), potom túto pozíciu nazveme, že je hlboko v OTM. Aj keď je opcia v pozíciách ATM alebo OTM, jej opčná prémia je nenulová, pretože existuje nejaká pravdepodobnosť, že sa dostane do pozície ITM. Tu sa potom opčná prémia rovná časovej hodnote opcie.

1.4 Black-Scholesov vzorec

Vďaka práci M.S. Scholesa, R.C. Mertona a teoretického fyzika F.Blacka[4] došlo k veľkému rozmachu využívania finančných derivátov. V tejto práci bol odvodený, dnes už klasický, Black-Scholesov model, za ktorý im bola neskôr v roku 1997 udelená Nobelova cena za ekonómiu.[2] Fischer Black zomrel v roku 1995, preto mu Cena Švédskej národnej banky na pamiatku Alfréda Nobela nemohla byť udelená tak ako Scholesovi a Mertonovi.
My sa nebudeme zaoberať podrobným odvodením tohto vzorca, keďže našou prioritou v tejto práci nie je B-S vzorec odvádzať, ale iba používať.
V práci[2] je odvodený matematický model oceňovania finančných derivátov:

1.4.1 B-S parciálna rovnica na oceňovanie ceny derivátov akcií

Je to vlastne rovnica opisujúca ako sa mení cena opcie V(S,t) v závislosti od aktuálnej ceny akcie S a času t $\in$ T, kde T je čas maturity. K odvodeniu je potrebné určiť stochastickú rovnicu[3], ktorá popisuje správanie V(S,t), a následne sa zostaví tzv. samofinancujúce sa bezrizikové portfólio. Kombináciou obidvoch prístupov získame:

$$\frac{\partial V}{\partial t} + \frac{1}{2}\sigma^2 S^2 \frac{\partial^2 V}{\partial S^2} + rS\frac{V}{S} - rV = 0, \tag{1.7}$$

kde V(S,t) - cena opcie s cenou akcie S v čase t
r - bezriziková úroková miera
σ - volatilita ceny akcie
Z tejto rovnice môžeme odvodiť explicitný vzorec pre oceňovanie call opcie:

[2]Cena Švédskej národnej banky je ekvivalentom Nobelovej ceny, pretože ekonómia nie je predmetom závetu Alfréda Nobela.
[3]cena akcie S sa stochasticky mení

$$\text{okrajové podmienky} \quad V(0,t) = 0 \tag{1.8a}$$

$$V(S,t) = S, \quad \text{pre } S \to \infty \tag{1.8b}$$

$$\text{koncová podmienka} \quad V(S,t) = \max(S-E, 0) \tag{1.8c}$$

Pre call opciu z toho dostaneme

$$C_E = S_0\Phi(d_1) - E\exp^{-rT}\Phi(d_2) \tag{1.9a}$$

$$d_1 = \frac{\ln\frac{S_0}{E} + rT + \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}} \tag{1.9b}$$

$$d_2 = \frac{\ln\frac{S_0}{E} + rT - \frac{1}{2}\sigma^2 T}{\sigma\sqrt{T}} = d_1 - \sigma\sqrt{T} \tag{1.9c}$$

C - aktuálna hodnota európskej kúpnej opcie na akciu neprinášajúcu dividendy

$\Phi(d_i)$ - hodnota distribučnej funkcie normovaného normálneho rozdelenia v d_i pre i = 1,2

E - realizačná cena opcie

σ - volatilita podkladovej akcie

T - maturita

Tabuľka 1.1: Vplyv premenných na cenu európskej opcie na akciu nevyplácajúcu dividendy

Premenná	$Call_E$	Put_E
S_0	+	−
E	−	+
T	+	?
σ	+	+
r	+	−

Tabuľka nám poskytuje prehľad o tom, ako cena európskej opcie závisí od jednotlivých premenných. Kladné znamienko znamená kladnú závislosť.

Napríklad keď sa nám zvýši cena podkladového aktíva, cena Call opcie pri ostatných nezmenených parametroch sa zvýši. Záporné znamienko znamená, že cena opcie sa zníži pri raste zvolenej premennej.

Predpoklady potrebné k odvodeniu B-S modelu

1. existuje trh bez trhových trení (transakčné náklady, dane)
2. neexistujú obmedzenia pri krátkych predajoch
3. ceny sa vyvíjajú plynulo v čase, v súlade s teóriou náhodnej prechádzky a rozdelenie pravdepodobnosti ceny akcií na konci určitého intervalu je lognormálne
4. opcie sú európskeho typu
5. akcie nevyplácajú dividendy a volatilita je konštantná v čase
6. všetky cenné papiere sú dokonale deliteľné
7. existuje bezriziková úroková miera konštantná v čase, pri ktorej je možné požičiavať si ľubovoľne veľa a tiež ľubovoľne veľa investovať

1.4.2 Predajno - kúpna parita (put - call parita)

Predpokladajme, že predajná (P) a kúpna (C) opcia, sú obidve vypísané na rovnakú realizačnú cenu (E) a dobu splatnosti (T). Keď S je cena akcie, v čase T platí:

$$S_T + P_T - C_T = E \tag{1.10}$$

Po prepísaní do viac všeobecného tvaru pre čas $0 \leq t \leq T$ to bude

$$S_t + P_t - C_t = E \exp^{-r(T-t)} \tag{1.11}$$

Tento vzťah sa dá využiť na výpočet hodnoty predajnej opcie, ak poznáme hodnotu kúpnej opcie, cenu akcie a tiež cenu dlhopisu.

Treba dodať, že predpoklad o opciách európskeho typu je veľmi dôležitý. Pri amerických opciách táto parita neplatí.

Základné pojmy sme si dostatočne ozrejmili, v nasledujúcej kapitole sa zamyslíme nad tým ako sa dajú opcie použiť pri investovaní.

Kapitola 2

Tvorba stratégií

V tejto časti sa pokúsime nájisť spôsob, akým sa dajú využiť opcie a dlhopisy tak, aby sme dosiahli lepšie výsledky ako pri investovaní do akcií a dlhopisov samotných.

Samozrejme, ľahko by sme vedeli využiť opcie v náš prospech, keby sme vedeli, ako sa budú trhy vyvíjať v budúcnosti. Potom by stanovenie tej správnej výnosnej stratégie bola pre nás maličkosť. „Ako však zistiť ako sa bude portfólio vyvíjať v budúcnosti?“

Môžeme sa to snažiť len odhadnúť. Podotknime ešte, že nemáme žiadne doplnkové informácie a žiadne tušenie o tom, čo nás čaká (inak by sme to nejako mohli zahrnúť do našich výpočtov). Pre nás bude teda najlepším riešením pozrieť sa do minulosti a získať nejaké informácie odtiaľ. Ako to môžeme urobiť? Najprv si vezmeme nejaké obdobie, na ktorom naše portfólio nakalibrujeme. To znamená asi toľko, že sa pozrieme na možné priebehy vybraných stratégií na tomto období, a označíme tú stratégiu, ktorá si najlepšie počínala. Táto bude použitá na nejakom ďalšom období, nazveme ho testovacím, na ktorom overíme a ohodnotíme ako bol priebeh investície pre nás prijateľný. V podstate môžeme zhodnotiť ako sa to priblížilo žiadanému scenáru, alebo ak to porovnávame s investovaním do dlhopisov a do akcií, tak v čom bol práve tento priebeh lepší.

Použiť môžeme jednoduché a dobre známe kombinácie opcií...

2.1 Základné opčné stratégie

Najlepší spôsob ako porozumieť stratégiám, je znázorniť si očakávaný zisk alebo stratu investora v závislosti od ceny podkladového aktíva v čase splatnosti opcie. Na to sa používajú:

- *Payoff diagram* - popisuje výplatu investora v čase splatnosti, avšak nie sú tu zahrnuté počiatočné náklady na opciu.
- *Diagram ziskov a strát (profit-loss diagram)* - tu sú už zahrnuté aj počiatočné náklady na opciu.

A teraz dodáme prehľad niektorých stratégií. Pri každej je uvedené, ako sa dá zostrojiť, čo je pre ňu typické, kedy sa dá použiť, a taktiež zahrňujeme kvôli lepšej predstave aj diagramy ziskov a strát. Podkladové aktívum sa pri opciách nemení, je to u všetkých opcií index S&P500. Meniť sa bude môcť len realizačná cena a maturita.
(Veľa informácií o stratégiách, ako aj obrázky profit-loss diagramov sme získali z [8].)

2.1.1 Bull Call Spread

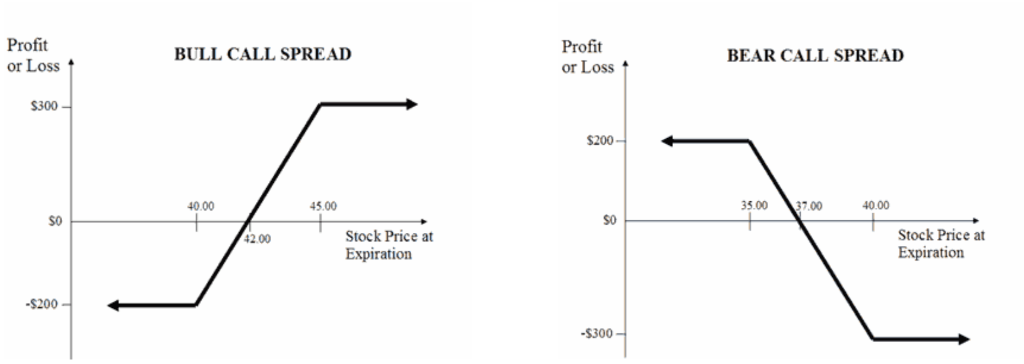
je rastová stratégia, s obmedzeným ziskom a obmedzeným rizikom straty. Využiť ju je najlepšie v čase, keď si investor myslí, že podkladové aktívum bude rásť miernym tempom. Nákup Long Call opcie nám má zabezpečiť nejaký obmedzený zisk, a výpisom Short Call opcie znížime celkový náklad (inkasujeme opčnú prémiu).

$$
\begin{array}{c}
\hline
+\,1\ \mathrm{Call}(X_1)\\
-\,1\ \mathrm{Call}(X_2)\\
\hline
X_1 < S < X_2
\end{array}
$$

2.1.2 Bear Call Spread

je stratégia zameraná na pokles podkladového aktíva s obmedzeným ziskom a obmedzeným rizikom straty.
Vhodné je použiť ju pri očakávaniach mierneho poklesu podkladového aktíva.

$$
\begin{array}{c}
\hline
-\,1\ \mathrm{Call}(X_1)\\
+\,1\ \mathrm{Call}(X_2)\\
\hline
X_1 < S < X_2
\end{array}
$$



Obr. 2.1: Diagram ziskov a strát opčných stratégií bull a bear call spread

2.1.3 Short put butterfly

je *neutrálna stratégia* [1] s obmedzeným ziskom a obmedzeným rizikom straty. Vhodná je pri očakávaniach rastu volatility, najviac získava, keď cena podkladového aktíva prekročí stanovené pásmo.

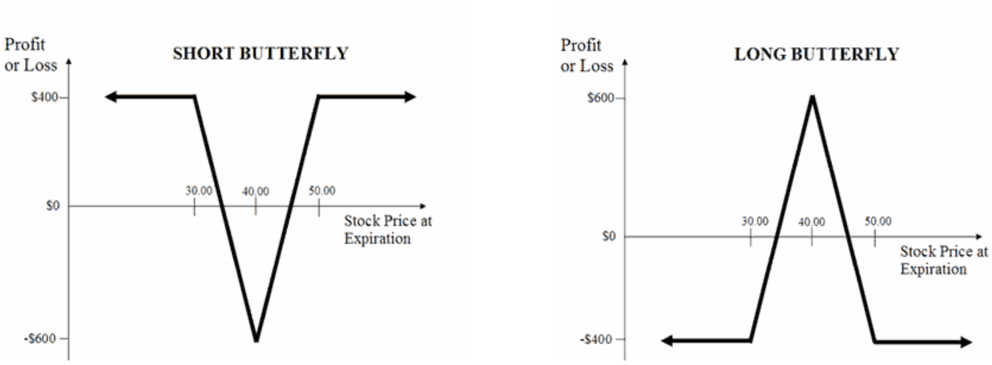
[1] nemusíme poznať smer pohybu ceny podkladového aktíva

$$
\begin{array}{c}
\hline
-\ 1\ \mathrm{Put}(X_1) \\
+\ 2\ \mathrm{Put}(X_2) \\
-\ 1\ \mathrm{Put}(X_3) \\
\hline
X_1 < X_2 = S < X_3
\end{array}
$$

2.1.4 Long put butterfly

je neutrálna stratégia s obmedzeným ziskom a obmedzeným rizikom straty. Túto sa naopak oplatí použiť, keď očakávame pokles volatility podkladového aktíva. Výhodným správaním je pre ňu prípad, kedy sa trhová cena aktíva pohybuje v určitom pásme, najlepšie na hodnote, pri ktorej bola otvorená. Pri dobre odhadnutom vývoji dokáže byť dostatočne zisková.

$$
\begin{array}{c}
\hline
+\ 1\ \mathrm{Put}(X_1) \\
-\ 2\ \mathrm{Put}(X_2) \\
+\ 1\ \mathrm{Put}(X_3) \\
\hline
X_1 < X_2 = S < X_3
\end{array}
$$



Obr. 2.2: Diagram ziskov a strát opčných stratégií short a long put butterfly

2.1.5 Short Strangle

je neutrálna stratégia s obmedzeným ziskom a neobmedzeným rizikom straty. Použiť sa dá vtedy, keď investor očakáva nízku volatilitu podkladového aktíva (akcií) v nasledujúcom období. Táto stratégia patrí medzi tie riskantnejšie, keďže sa tu opcie vypisujú a možná strata je neobmedzená. Vypisovanie zasa môže prinášať vysoké zisky, najlepšie ak otvárame pozíciu pri vysokej volatilite, a predvídavo vieme odhadnúť obdobie s nízkou volatilitou.

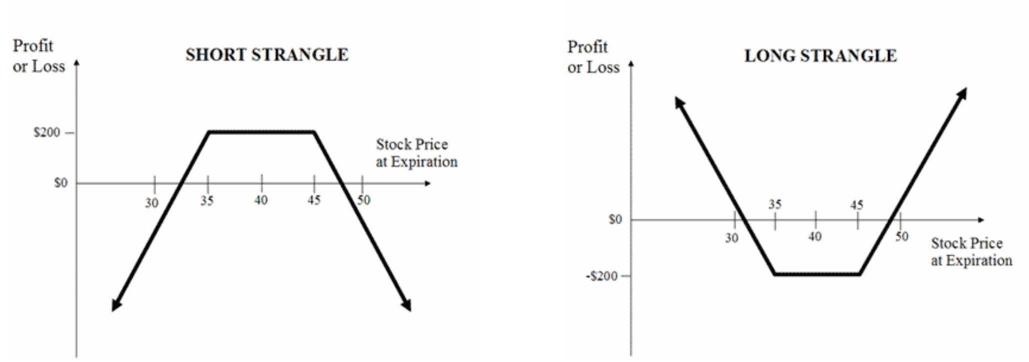
$$\begin{array}{c} \hline -\ 1\ \text{Put}(X_1) \\ -\ 1\ \text{Call}(X_2) \\ \hline X_1 < S < X_2 \end{array}$$

2.1.6 Long Strangle

je neutrálna stratégia s obmedzeným rizikom straty a neobmedzeným ziskom.

Jej využitie je vhodné v období, keď investor očakáva vysokú volatilitu podkladového aktíva. Najlepšie pre nás je, ak zmena vo volatilite nastane až po otvorení našej pozície.

$$\begin{array}{c} \hline +\ 1\ \text{Put}(X_1) \\ +\ 1\ \text{Call}(X_2) \\ \hline X_1 < S < X_2 \end{array}$$



Obr. 2.3: Diagram ziskov a strát opčných stratégií short a long put butterfly

2.1.7 Short Condor

je neutrálna stratégia s obmedzeným ziskom, ako aj rizikom straty.

Je skonštruovaná tak, aby zarábala, keď podkladové aktívum spraví rýchly pohyb a prekročí danú hranicu. Tým pádom je vhodnejšia pre samotné akcie ako pre celý index, tie totižto majú väčšiu volatilitu a je väčšia pravdepodobnosť, že prekročia dané medze.

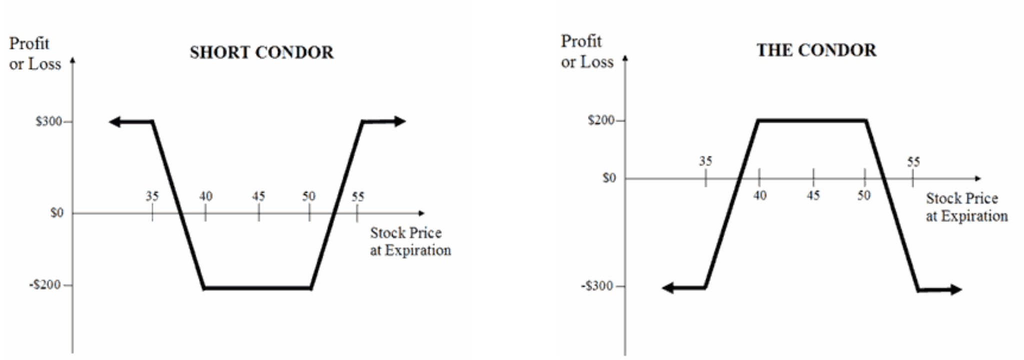
$$\begin{array}{c}
\hline
-\ 1\ \mathrm{Put}(X_1) \\
+\ 1\ \mathrm{Call}(X_2) \\
+\ 1\ \mathrm{Put}(X_3) \\
-\ 1\ \mathrm{Call}(X_4) \\
\hline
X_1 < X_2 < S < X_3 < X_4
\end{array}$$

2.1.8 Condor

je stratégia s obmedzeným rizikom straty, a tiež obmedzeným ziskom.
Je skonštruovaná tak, aby zarábala, keď podkladové aktívum bude mať nízku volatilitu. Je však pre nás výhodné, ak stihneme stratégiu otvoriť ešte pri vysokej volatilite, pretože dostaneme vyššiu opčnú prémiu. Základom Condor je to, že za opcie, ktoré vypíšeme, dostaneme vyššiu prémiu ako zaplatíme za opcie, ktoré kúpime. Ak sa nám to podarí a podkladové aktívum ostane v určených medziach, nami vypísané opcie sa neuplatnia, a práve tento rozdiel medzi obdržanými a zaplatenými prémiami bude našim ziskom.

$$\begin{array}{c}
\hline
+\ 1\ \mathrm{Put}(X_1) \\
-\ 1\ \mathrm{Call}(X_2) \\
-\ 1\ \mathrm{Put}(X_3) \\
+\ 1\ \mathrm{Call}(X_4) \\
\hline
X_1 < X_2 < S < X_3 < X_4
\end{array}$$

Máme už základnú predstavu o tom, čo chceme zralizovať... Aké dáta nám však k tomu treba? Aký bude základný postup?



Obr. 2.4: Diagram ziskov a strát opčných stratégií short a long put butterfly

2.2 Dáta

Pracovať budeme s dennými dátami za obdobie od 30.6.1989 do 31.12.2008.

Tabuľka 2.1: Zoznam potrebných dát

Nástroj	potrebné dáta	zvolené dáta	zdroj
Dlhopisy	úroková miera	výnos 1Y bezkupónových štátnych dlhopisov	[6]
Akcie	ceny akcií	vývoj indexu S&P500	[7]
Opcie	úroková miera	výnos 3M bezkupónových štátnych dlhopisov	[6]
	ceny akcií	vývoj indexu S&P500	[7]
	maturita	3M	
	volatilita	pozri 2.2.2	
	realizačná cena	pozri 2.3.1	

Do výpočtov sme nazahrnuli transakčné náklady, taktiež v realite je plno ďalších obmedzení, s ktorými nepočítame. Ako príklad uveďme minimálny počet opcií pri obchodovaní... Taktiež dosť sme si to uľahčili predpokladom, že môžeme nakúpiť aj necelé množstvá aktív. Nepresnosti, ktoré vznikli tým, že pri výpočte cien opcií sme brali 3M úrokovú mieru aj keď doba exspirácie bola iná ako 3M, sme zanedbali. Po správnosti by sme mali použiť 1 týždňové, 2T, 3T, 1M úrokové miery. Nie je to však podstatné, veľké množstvo práce navyše by nám prinieslo zanedbateľnú zmenu vo výsledkoch. Na reálnom trhu existujú ponuka na predaj a ponuka na kúpu, ktoré sa líšia, my sme však počítali s tým, že nákupné a predajné ceny sú rovnaké.
Na väčšinu výpočtov a úpravu dát sme použili Matlab 6.5 a OpenOffice.org

Calc.

2.2.1 Index S&P500

Štandardne sa o ňom uvažuje ako o akomsi meradle pre výkonnosť ekonomiky USA. Časť jeho popularity je spôsobená tým, že zahŕňa spoločnosti s najväčšími finančnými zdrojmi vo svete.
S&P500 je akciový index tvorený 500 akciami najväčších firiem (väčšina z nich sú americké) kótovaných na New York Exchange a NASDAQ. Firmy sú vyberané S&P Index výborom podľa veľkosti, likvidity a zastúpenia sektora. Je tu rozmanitý výber, spoločnosti z každej oblasti, nie je to jednoducho rebríček 500 firiem podľa ziskov. Je tu zahrnutých zopár medzinárodných firiem, ktoré sa obchodujú v USA, ale výbor zverejnil, že len spoločnosti založené v USA tu budú môcť byť v budúcnosti pridané.
Váha každej akcie v tomto indexe je proporcionálna k celkovej trhovej hodnote danej akcie. Môžeme povedať, že vplyv jedného doláru trhovej hodnoty je akoby jeden hlas pre spoločnosť. Väčšie spoločnosti budú mať teda väčší vplyv na index. Aj tento index ako väčšina, nezahŕňa dividendy.

Dôvody na výber práve tohto indexu

Akciový index lepšie ukazuje ako sa vyvíjajú akcie, ako keby sme si zobrali len niekoľko akcií. Tu by sme mohli mať nešťastie a vybrať si tie akcie, ktoré padli, a neodzrkadľovalo by to celkovú náladu na akciovom trhu. Výberom indexu sa čiastočne poistíme pred stratami spôsobenými pádom niektorých akcií, už tu máme zahrnutú aj akúsi diverzifikáciu.[2]
Je to dosť obšírny index, zahŕňa až 500 vysoko likvidných akcií kótovaných na New York Exchange a NASDAQ. 500 akcií už dostatočne popisuje akci-

[2]S&P 500 predstavuje približne 70% hodnoty akciového trhu v USA. Zahrnuté spoločnosti sú rôznorodé, je tu zastúpená každá časť ekonomiky USA. Nevýhodou však je, že index dáva väčšiu váhu väčším spoločnostiam, tým pádom má tendenciu odzrkadľovať pohyby malého počtu akcií.

ový trh v USA. Reprezentuje 70% zo všetkých U.S. verejne obchodovaných spoločností.
Ďalšou výhodou je aj to, že opcie na tento index sú európskeho typu, pretože tieto sa ľahšie oceňujú, poznáme explicitné vzorce na výpočet ich cien. Americké opcie sa oceňujú ťažšie, najčastejšie numerickými metódami.

2.2.2 Historická volatilita

Volatilita zachytáva pohyb trhových cien podkladového aktíva. Čím sú zmeny v cenách väčšie, tým je väčšia aj volatilita. Vyjadruje teda mieru rizika investície do určitého aktíva. Ďalšou jej vlastnosťou je, že sa mení s časom.
Historická volatilita je volatilita vypočítaná na základe historických dát. Jeden možný spôsob výpočtu je tento:

$$\sigma = \sqrt{252} \cdot \left(\frac{1}{n-1} \cdot \sum_{i=1}^{n} (x_i - \bar{x})^2 \right)^{1/2} \tag{2.1}$$

kde n - počet údajov (my sme zvolili $n = 110$), x_i - denný výnos, $\bar{x}$ - aritmetický priemer denných výnosov
Prenásobenie číslom $\sqrt{252}$ spôsobí len to, že volatilitu dostaneme prerátanú na ročné obdobie.

2.3 Základný postup kalibrácie

V prvom rade by sme sa mohli zamerať na tvorbu tzv. *pasívnych stratégií*. Pasívnych v tom zmysle, že keď naše portfólio už raz nakalibrujeme, vybranú stratégiu použijeme na celom testovacom období.
Stratégia je nejaký spôsob investovania kapitálu; Použitie na nejakom období vyzerá takto: Predpokladáme, že máme k dispozícii 1 000 000$. Určitú časť peňazí investujeme do opcií, zvyšnú časť použijeme na krytie prípadných strát v dôsledku obchodovania - kúpime za ňu ročné štátne dlhopisy. V sobotu po treťom piatku v mesiaci (vtedy nám skončí platnosť opcií),

investujeme v takom istom pomere.
Opcie sú celkom vhodný nástroj na špekulácie, pretože sú relatívne lacné, a zároveň nám dávajú možnosť „odstúpiť od zmluvy", ak to nie je pre nás výhodné. Dlhopisy naproti tomu zasa predstavujú veľmi bezpečný spôsob investovania peňazí. Napríklad pri ročných bezkupónpových dlhopisoch už pri ich kúpe vieme, koľko dostaneme o rok, teda poznáme istý výnos, ktorý nám dlhopis môže priniesť. Pri podnikových dlhopisoch síce existuje ešte nejaké riziko krachu dlžníka, avšak keď si vezmeme štátne dlhopisy, je už na začiatku jasné, aký výnos za toto požičanie peňazí na určité obdobie dostaneme.
Ako budeme postupovať? Na začiatku zvolíme kalibračné obdobie, potom budeme postupne vyťahovať stratégie z koša a pozerať sa ako dopadli. Nakoniec vyberieme tú najlepšiu z nich.

2.3.1 Kôš stratégií

je nami zvolená množina stratégií[3], z ktorej budeme vyberať
Aby sme zaručili bohatý výber, a tým účinnú kalibráciu, zvolili sme určité parametre, na základe ktorých sa budú stratégie odlišovať:

Použitie

Uvedomujeme si, že napríklad na obdobiach rastu nie je vhodné kalibrovať stratégie určené na pokles aktíva, preto chceme mať k dispozícii stratégiu, ktorá bude vyhovovať. Zdá sa nám, že ak dáme do jedného koša aj triedu opačných stratégií, tento problém bude vyriešený. Novú triedu vytvoríme tak, že opcie, ktoré sme predtým vypisovali/kupovali, začneme kupovať/vypisovať. Takto sa nám napríklad v koši pre triedu Spread objavia stratégie typu Bull Call Spread aj typu Bear Call Spread.

[3]Stratégie v koši sú vyberané z určitej triedy (Spread, Butterfly, Strangle, Condor); pre každú triedu máme teda práve jeden kôš

Realizačná cena (Strike price)

My sme sa zamerali na tzv. *symetrické stratégie* - realizačné ceny pri opciách sú symetrické podľa súčasnej ceny akcie S. Najväčšiu povolenú vzdialenosť realizačnej ceny od S sme určili ako $20\%S$. *Príklad:* Pre typ Bull Call Spread (BCS) s realizačnými cenami X_1, X_2 budú v koši tieto stratégie: $\mathsf{BCS}(80\%S, 120\%S)$, $\mathsf{BCS}(81\%S, 119\%S)$, $\ldots \mathsf{BCS}(99\%S, 101\%S)$. Čiže symetria tu znamená, že ak $S - 20\%S$ je strike jednej opcie, $S + 20\%S$ bude strike druhej opcie.
Pre ukážku pri type Condor (Co) to boli: $\mathsf{Co}(80\%S, 90\%S, 110\%S, 120\%S)$, $\mathsf{Co}(82\%S, 91\%S, 109\%S, 118\%S)$, $\ldots$, $\mathsf{Co}(98\%S, 99\%S, 101\%S, 102\%S)$.

Veľkosť investície do opcií

Je dôležité mať možnosť zvoliť, akú časť z kapitálu vložíme do opcií. Môže od toho závisieť ako veľmi je schopné naše portfólio stúpať, alebo padať. Zaručili sme tak rôznorodosť stratégií v koši, ktoré sa teraz líšia okrem iného aj podielom v opciách.

Testovanie na pasívnych stratégiách nám pomôže vytvoriť si určitý prehľad o tom, ako funguje kalibrácia, na ktorých obdobiach sú jednotlivé stratégie najúspešnejšie...

2.4 Aktívne stratégie

Pri tomto type bude kalibrácia závisieť od toho, ako sa vyvíja podkladové aktívum. Nebudeme tu už mať pevne oddelené kalibračné a testovacie obdobie ... Môžeme si zobrať vývoj za predchádzajúceho pol roka – to bude naše kalibračné obdobie, a vybranú stratégiu použijeme na nasledujúce 3 mesiace. Kalibrujeme rovnako ako pri pasívnych stratégiách, zvolíme typ stratégie a vyberáme najlepšiu z koša stratégií, podľa zvolených kritérií.

Po troch mesiacoch, tzn. keď nám vyexpirujú opcie, informácie aktualizujeme, vezmeme si polrok dozadu, a následne na ňom kalibrujeme. Tu už zvolený typ zachovávame, vyberáme najlepšiu stratégiu z príslušného koša. Tú použijeme na nasledovné 3M obdobie. Takto postupujeme až do konca zvoleného obdobia.
Predpokladáme, že tento typ kalibrácie by mohol byť úspešnejší ako kalibrácia „na slepo“[4] z toho dôvodu, že v správaní aktív môžeme pozorovať určité trendy. Je tam aj náhodná zložka, ale trhy majú tendenciu správať sa aspoň nejaké obdobie podobne. Práve tieto krátkodobé trendy akciového indexu by sme chceli nejako využiť. Nápad bol pozrieť sa pol roka dozadu ako sa trh vyvíjal a predpokladať rovnaké správanie na nasledujúce 3M.

Zdá sa, že nám treba už len zodpovedať na tieto otázky: „Ako vyberieme z koša stratégií tú správnu? A ako zmeriame vzdialenosť od ideálneho priebehu?“Aj nad tým sa skúsime zamyslieť v nasledujúcej časti.

[4]kalibrácia, v ktorej nezohľadníme súčasný vývoj na trhoch

Kapitola 3

Hodnotenie stratégií

V tejto kapitole sa pokúsime vyjadriť to, akoby sme sa rozhodovali medzi dvomi rôznymi investíciami, ktorá z nich by nám viac vyhovovala a ako by sme si predstavovali tú - pre nás ideálnu. V podstate pôjde o to dobre číselne vyjadriť naše preferencie. V prvom rade potrebujeme zistiť, čím budeme charakterizovať našu investíciu, podľa čoho ju budeme hodnotiť, neskôr sa pokúsime vytvoriť funkciu efektívnosti, ktorá nám číselne vyjadrí ako sme s investíciou spokojní.

3.1 Zmysluplné charakteristiky

Takže môžeme pomaly prejsť k tomu, čo nás vedie pri výbere stratégie, podľa čoho ich porovnávame medzi sebou. Ideme zisťovať, ktoré charakteristiky sú pre nás pri hodnotení určujúce.
Keď vkladáme peniaze do banky, kritérium, podľa ktorého sa rozhodujeme, je výška výnosu (v našom prípade úrok). Čím je výnos vyšší, tým viac sme spokojnejší. Pri tomto spôsobe investovania našich peňazí nemusíme priamo uvažovať nad tým „Čo ak...“ Naše vklady sú v bezpečí, väčšinou garantované štátom. Avšak pri investíciách iného druhu, napríklad pri akciách, už

musíme brať do úvahy aj riziko, ktoré to so sebou prináša. Treba zvážiť, akú veľkú stratu nám to môže priniesť. Keď investujeme do indexu akcií, myslím objektívne dostatočne diverzifikujeme naše portfólio. Zbavíme sa rizika zo skrachovania určitej firmy, avšak stále nám ostáva znášať riziko pádu portfólia. Pomaly sme sa teda dostali k ďalšej určujúcej charakteristike - riziku.

Prirodzene sa nám predkladá otázka: „Čím budeme merať riziko a výnos?“ Ponúkajú sa nám rôzne ukazovatele. O výnose nám hovorí napríklad výška koncového kapitálu, totálny výnos[1], výnos, ktoré nám povedia „Ako nám to vynáša“... Pozrime sa na ne bližšie a zhodnoťme, či sú vhodné pre naše účely.

Od ukazovateľa čakáme, že pomocou neho budeme schopní porovnávať investície na rôzne dlhé obdobia. Chceme, aby sme tak ako o investícii na rok, tak isto aj o investícii na 3 mesiace alebo na 5 rokov a 3 dni vedeli povedať nakoľko sa správa podľa našich predstáv a ako sme spokojní s týmto vývojom. Týmto sme vylúčili výšku koncového kapitálu.

Ďalšou podmienkou je, že by to nemalo odrážať iba konečný stav. Na hodnotu portfólia by sme sa chceli pozerať dostatočne často, a ukazovateľ by potom mal nejako zahrnúť aj informáciu o tom, ako sa to vyvíjalo počas celého obdobia. Preto do úvahy teraz prichádza:

3.1.1 Priemer týždenných výnosov (ozn. L5)

Týždenný výnos - percentuálny nárast alebo pokles hodnoty portfólia od 1. po 5. deň v týždni.

Priemer týždenných výnosov - je v tomto smere pre nás postačujúcim a vyhovujúcim; Každý raz, čo sa na portfólio pozrieme, chceme byť spokojní s našou investíciou - záleží nám na priebehu. Informáciu o vývoji obsahuje

[1] Pre totálny výnos R a výnos r platí: $R = r + 1$, takže je už len na našom uvážení, s ktorým z nich sa nám lepšie pracuje. My si vyberieme výnos, ten sa používa častejšie.

aritmetický priemer a na portfólio sa pozeráme v podstate raz za týždeň, aby sme zrátali týždenný výnos.

Výnos sme sa teda rozhodli modelovať priemerom týždenných výnosov. Chceli by sme ešte nájsť vhodné vyjadrenie pre riziko. V prvom rade si uvedomíme, že nám nevadí, keď sa nám hodnota portfólia zvýši hoc aj skokom. Avšak neradi strácame niečo, čo sme už nadobudli alebo získali. Preto jedným z vhodných ukazovateľov by mohol byť maximálny pád.
Samozrejme nás tiež zaujíma, ako rýchlo sa vie naša investícia „zotaviť". Keď už raz hodnota portfólia padne, koľko jej môže trvať, kým sa dostane na pôvodnú úroveň. Preto ďalším zmysluplným ukazovateľom rizika bude maximálna dĺžka pádu. Pozrime sa bližšie na to, čo nám tieto vlastne o riziku povedia:

3.1.2 Maximum drawdown(MDD)

- je spôsob ako merať rizikovosť investície, udávame ho v percentách.
Drawdown reprezentuje celkovú percentuálnu stratu, ktorú sme dosiahli našou stratégiou predtým ako hodnota nášho portfólia začala znovu rásť; [2]

$$drawdown(t) = \max_{j=1,2,\ldots,t}\left(\sum_{i=1}^{j} v_i\right) - \sum_{i=1}^{t} v_i \quad \text{, kde v je vektor prírastkov} \tag{3.1a}$$

$$maximumdrawdown = \max_{i=1,2,\ldots,T}(drawdown(i)) \tag{3.1b}$$

Maximum Drawdown je jednoducho najväčší drawdown počas sledovaného obdobia.[3] Meria závažnosť straty, ktorú by mohol investor mať, keby takúto

[2] jednoducho meria poklesy od každého vrcholu po údolie

[3] MDD závisí od dĺžky sledovaného obdobia. Čím je toto väčšie (predpokladáme, že portfólio sa prejaví vo viacerých situáciách), je väčšie aj MDD. Takisto závisí aj od toho, ako často robíme merania. Keď budú všetky ostatné veci rovnaké, čím bude frekvencia merania väčšia, tým bude MDD väčší. Tzn. MDD je väčší pre denné dáta ako pre týždenné ...

stratégiu použil v minulosti. Nepovie nám však presne, čo sa môže stať v budúcnosti (koľko môžeme stratiť), pretože trh sa mení a môžu nastať iné situácie, na ktorých sme našu stratégiu neotestovali.
To, aký veľký drawdown je pre nás ešte únosný závisí od nášho postoja k riziku. Pokúsme sa našu toleranciu k riziku vyjadriť v percentách. Môže to vypadať napríklad takto:
Ak som ochotná vymeniť peniaze uložené v banke (isté peniaze) najviac za stratégiu, ktorá môže stratiť 10% z pôvodnej investície, len aby som mala šancu zarobiť vyšší výnos, môžem povedať, že moja tolerancia rizika bude 10%. Keď teda takto poznám svoj postoj k riziku, vybrala by som si stratégiu, ktorá by mala Maximum Drawdown 10% alebo menší. Ak by som si vybrala stratégiu s 12% Maximum Drawdown, to by už bolo pre mňa veľmi rizikové.
MDD je zrozumiteľný pojem, na rozdiel od ďalších spôsobov merania rizika a to je tiež dôvod, prečo sa tak často používa. Má výhodu, že sa týka reality, a je to menej abstraktný pojem ako volatilita. Taktiež jeho prednosťou je, že „netrestá“ investíciu za pohyb výnosov smerom nahor od strednej hodnoty. Zaujíma ho len pád hodnoty portfólia. Keď si budeme mať vybrať medzi dvoma stratégiami, lepšie budú pre nás tie s menším MDD.

Ak by sme porovnávali dve aktíva, potrebovali by sme nejako zahrnúť aj dĺžku periódy počas ktorej investícia nebola zisková.

3.1.3 Maximum drawdown lenght (MDDL)

- maximálna doba, za ktorú sa portfólio zotavilo z pádu, tzn. nadobudlo hodnotu, z ktorej padlo. Máme snahu pozrieť sa na priebeh rovnako ako pri MDD, iba s tým rozdielom, že tu nehľadáme maximálny pád, ale maximálnu

Preto nemôžeme len tak porovnávať tieto čísla, keď nemáme hodnoty portfólia merané rovnakou frekvenciou a v rovnakých dátumoch.

dĺžku pádu. (Je dobré uvedomiť si, že to nemusí byť práve dĺžka maximálneho pádu) Chceme „odhaliť“, koľko dní by sme museli čakať na ziskovosť investície, keby by sme ju kúpili v najnevhodnejšom čase. Preferujeme stratégie, ktoré majú vyššiu schopnosť sa zotavovať, tzn. nižšiu MDDL. Keď MDDL vyšla na konci sledovaného obdobia a hodnota portfólia sa nestihla vrátiť do hodnoty vo vrchole, zobrali sme za MDDL dobu od dátumu, kedy hodnota portfólia bola maximálna, po dátum konca sledovaného obdobia.

3.2 Index efektívnosti

Teraz, keď už vieme, ktoré ukazovatele sú pre popis investície dôležité, môžeme sa pustiť do tvorby indexu efektívnosti. Na čo to všetko vlastne robiť? Ako nám to pri hodnotení pomôže?

Riziko a výnos sú akoby dve protichodné veci. Vieme ľahko porovnať dve investície s rovnakým rizikom: „Je predsa lepšia tá s vyšším výnosom.“ Avšak porovnávanie dvoch investícií s odlišnými ukazovateľmi je už zložitejšia vec, a navyše ak to bude za nás robiť náš počítač, treba mu povedať ako. Takže predstava by bola asi takáto: Potrebujeme skĺbiť tieto ukazovatele do jedného indexu (zmysluplného vzorca), ktorý nám na základe našich preferencií jednoznačne povie, ktorá investičná stratégia je lepšia.

Pri tvorbe indexu sme sa inšpirovali prácou [5], v ktorej autor konštruoval index efektivity na základe určitého benchmarku. Ten si určil ako dlhú pozíciu v stratégii. Pomocou podielov hodnoty ukazovateľa a hodnoty rovnakého ukazovateľa pre stratégiu dlhej pozície (pre ukazovatele typu „čím menší, tým lepší“ bol tento pomer obrátený) získal bezrozmerné veličiny, ktoré mohol sčítať a priradiť im váhu.

Pre nás sa teda črtala možnosť zobrať ako benchmark dlhopisy, a pomocou pomerov získať opäť bezrozmerné veličiny, ktoré možno sčítavať. Výhrady sme však mali voči tomu, že voľba váh tu nemala veľký zmysel v prípade, že pomer pre určitý ukazovateľ bol vysoký(v porovnaní s ostatnými). Keďže sme používali kôš s veľkým počtom stratégií, zvykli sa takéto stratégie v kalibrácii objaviť, a toto hlavne na kratších obdobiach spôsobovalo problémy...

Keďže index má hovoriť o tom ako konkrétna investícia spĺňa naše predstavy a ako sme spokojní s jej priebehom, môže to predstavovať mieru efektívnosti konkrétneho vybraného portfólia. Chceli by sme pre dobrú interpretáciu tohto čísla, aby bolo v intervale $[0, 1]$.

Jasný vzťah medzi rizikom a výnosom by sa dal zabezpečiť voľbou váh medzi tým ako je portfólio efektívne v zložke rizika a tým ako je efektívne v zložke výnosu. Pričom by sme si zaviedli aj tieto čiastkové efektívnosti.

Navrhnutý tvar teda je:

$$\underbrace{\text{efektívnosť}}_{\in[0,1]} = w_1 \cdot \underbrace{f(MDD, MDDL)}_{\text{riziko}} + w_2 \cdot \underbrace{g(L5)}_{\text{výnos}} \tag{3.2a}$$

$$w_1 + w_2 = 1 \tag{3.2b}$$

$$0 \leq w_1, \quad 0 \leq w_2 \tag{3.2c}$$

Poďme sa pozrieť na jednotlivé zložky:

3.2.1 Výnos

Chcem, aby moja funkcia spĺňala tieto podmienky:

$$\frac{\partial g(L5)}{\partial L5} \geq 0 \quad , g \text{ je neklesajúca v L5} \tag{3.3}$$

Je prirodzená podmienka a hovorí o tom, že od investície by sme chceli, aby nám prinášala čím vyšší výnos. Vlastnosť funkcie aby bola neklesajúca (nie rastúca) sme vybrali kvôli tomu, že stratégie dosahujúce záporné výnosy budú mať pre nás všetky rovnakú, a to nulovú efektívnosť (pozri vlastnosť 3.5).

$$\frac{\partial^2 g(L5)}{\partial L5^2} \leq 0 \quad , g \text{ je konkávna v L5} \tag{3.4}$$

Znamená jednoducho to, že každé ďalšie percento výnosu navyše nás poteší menej. Ak porovnáme dve investície, z toho jedna prináša 2% a druhá 4% výnos, rozdiel v ich efektívnosti bude pre nás väčší ako keby sme porovnali investície prinášajúce 15% a 17% výnos.

$$g(L5) = 0 \iff L5 \leq 0 \tag{3.5}$$

V podstate chceme povedať, že keď nám investícia neprináša žiaden výnos, je pre nás neefektívna. Nikto si predsa nepredstavuje investíciu tak, že bude na nej strácať.

$$g(L5) \in [0, 1] \tag{3.6}$$

Čiastočná efektívnosť výnosu bude medzi 0 a 1 kvôli lepšej interpretácii, a tiež kvôli tomu, aby bolo zaručené, že aj výsledná efektívnosť bude medzi 0 a 1.

$$\lim_{L5 \to \infty} g(L5) = 1 \tag{3.7}$$

Úplnú spokojnosť pri výnose nedosiahneme nikdy, pretože vždy bude existovať vyšší výnos, ktorý by mohla naša investícia dosiahnuť. Teda 100% efektívna stratégia bude s nekonečným výnosom. Netreba to však brať veľmi kriticky, pretože ako uvidíme, ak máme nejaký konkrétny výnos, ktorý by nám stačil a predstavoval by pre nás úplnú spokojnosť, môžeme sa v efektívnosti ľubovoľne priblížiť k 1.

3.2.2 Riziko

Chceme, aby funkcia spĺňala tieto podmienky:

$$\frac{\partial f(MDD, MDDL)}{\partial MDD} < 0, \quad \frac{\partial f(MDD, MDDL)}{\partial MDDL} < 0, \tag{3.8}$$
$$f \text{ je klesajúca v MDD aj v MMDL}$$

Podmienka je jasná, chceme tým vyjadriť, že sme radšej, keď portfólio menej stráca zo svojej hodnoty, a tiež keď sa dokáže rýchlo „spamätať“ z pádu.

$$\frac{\partial^2 f(MDD, MDDL)}{\partial MDD^2} > 0, \quad \frac{\partial^2 f(MDD, MDDL)}{\partial MDDL^2} > 0, \tag{3.9}$$
$$f \text{ je konvexná v MDD aj v MDDL}$$

Hovoríme tým to, že rozdiel pri porovnaní efektívností investícií s 1% a 5% MDD bude väčší ako pri investíciách s 81% a 85% MDD, a podobne pre MDDL.

$$f(0,0) = 1 \tag{3.10}$$

Lepšiu situáciu si už nevieme ani predstaviť ako keby nám portfólio nestratilo nič zo svojej hodnoty a nemuselo sa ani spamätávať z pádu.

$$\lim_{MDD \to 100\%, MDDL \to \infty} f(MDD, MDDL) << 1 \tag{3.11}$$

Toto je opačná situácia. Keď stratíme všetko a nehrozí ani návrat na pôvodnú hodnotu, stratégia nás úplne sklamala a zaslúži si efektívnosť blízku 0%.

$$f(MDD, MDDL) \in [0,1] \tag{3.12}$$

Túto podmienku sme navrhli kvôli krajšej interpretácii, a tiež sme chceli zaručiť, aby sme v konečnej funkcii efektívnosti spočítavali rádovo podobné čísla, teraz vlastne čiastkové efektívnosti rizika a výnosu.

Menší problém nastáva pri hľadaní funkcie f(MDD,MDDL).Potrebujeme hlavne určiť vzťah medzi MDD a MDDL. Keby to boli úplne odlišné parametre, ktoré by spolu nie veľmi súviseli, možno by sme sa mohli opýtať:

„Za akú úroveň MDD by sme boli ochotní vymeniť túto úroveň MDDL?“ Problém je však v tom, že keď by MDD bolo 0, MDDL by nám vôbec nevadilo – tiež by bolo 0. A ak by sme naše preferencie chceli zisťovať pomocou takýchto otázok, v podstate by sme si museli klásť otázky „dvojrozmerné“. Napr. „Keď máme portfólio, ktoré nadobudlo za predchádzajúcich 6 rokov MDD=6% a MDDL=100 dní, portfólio s MDD=8% a akým MDDL by bolo pre nás ekvivalentné?“ Takýchto otázok, ako sme si istotne všimli, by sme museli položiť veľa, aby sme vôbec mohli funkciu aproximovať.
Naproti tomu sa nám ponúka ľahšie a možno prehľadnejšie riešenie opäť pomocou váh medzi týmito o riziku vypovedajúcimi hodnotami. Na portfólio sa pozrieme akoby z dvoch rôznych pohľadov. Prvýkrát si predstavíme, že máme k dispozícii iba MDD, a druhýkrát, že máme k dispozícii iba MDDL na popísanie rizika. Doladíme to tým, že nájdeme príslušné váhy, ktoré dávame týmto ukazovateľom.
Jednou z možností by bolo nájsť to v tvare:

$$f(MDD, MDDL) = h(w_{21}.MDD + w_{22}.MDDL) \tag{3.13}$$

Avšak tu by sme sa stretli s problémom, že MDD a MDDL sú v iných jednotkách a sú parametrami tej istej funkcie, čo by nebolo veľmi vhodné. (MDD je číslo väčšie ako 0, môžeme ho udávať v %, a MDDL sa udáva v dňoch) Jednoduchšie bude pre nás zaviesť nové funkcie $f_1(MDD)$, $f_2(MDDL)$, ktoré budú v takomto vzťahu:

$$f(MDD, MDDL) = w_{21}.f_1(MDD) + w_{22}.f_2(MDDL) \tag{3.14}$$

$$\begin{aligned} w_{21} + w_{22} &= 1 & \qquad f_1(MDD) &\in [0,1] \\ w_{21}, w_{22} &\geq 0 & \qquad f_2(MDDL) &\in [0,1] \end{aligned}$$

Akým spôsobom odhadneme naše preferencie pri funkciách $f_1(MDD)$, $f_2(MDDL)$, $g(L5)$? Predstavme si, že máme určitú predstavu o tom, ako

by sme ohodnotili stratégie. Princíp ukážeme na L5, rovnakým spôsobom to môžeme spraviť aj pre ostatné ukazovatele. Najprv si vymedzíme triedu funkcií, ktorá bude spĺňať hore stanovené podmienky. Pre výnos by to mohla byť napríklad trieda funkcií $\max(1-\exp(-\alpha \cdot L5))$, pričom $\alpha > 0$ vhodne zvolíme.
Naše predstavy a požiadavky ohľadom čiastkovej efektívnosti vo výnose by sme mohli sformulovať do nerovníc a usporiadať podľa dôležitosti pre nás.

$g(0.2) > 0.9$	s 20% výnosom sme viac ako na 90% spojní
$g(0.05) < 0.5$	5% výnos má ešte veľkú rezervu v tom, čo by sa dalo dosiahnuť
$g(0.01) < 0.1$	1% výnos je pre nás príliš nízky, preto menej ako 10% spojnosť

Keďže funkcia je z triedy neklesajúcich funkcií [4], môžeme ľahko určiť pre ktoré parametre $\alpha > 0$ to bude platiť:

$$\begin{aligned} &1-\exp(-0.2\alpha) > 0.9 && 1-\exp(-0.05\alpha) < 0.5 \\ &0.1 > \exp(-0.2\alpha) && 0.5 < \exp(-0.05\alpha) \\ &\frac{\ln(0.1)}{0.2} > -\alpha && \frac{\ln(0.5)}{0.05} < -\alpha \\ &\alpha > 11.5129 && \alpha < 13.8629 \end{aligned}$$

a rovnako poslednú...

$$\begin{aligned} &1-\exp(-0.01\alpha) < 0.1 \\ &\alpha < 10.5361 \end{aligned}$$

Túto nerovnicu však už nemôžeme zahrnúť, lebo nám popiera niektorú z predchádzajúcich... Avšak keďže vieme, že boli usporiadané práve podľa dôležitosti, akú im prikladáme, nemusí nás mrzieť to, že práve túto nezahrnieme. Ak by za tým nasledovali ďalšie požiadavky, môžeme ich obsiahnuť,

[4] má zmysel tu písať len kladné výnosy, keďže sme si dobrovoľne vybrali, že pre záporné bude efektívnosť 0

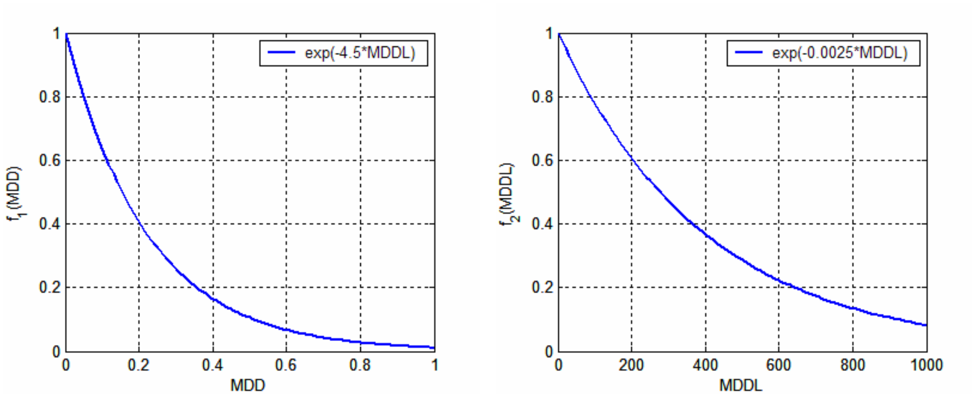
ale taktiež nemusíme, pretože túto funkciu budeme ešte „dolaďovať“
Teraz vieme, že $\alpha \in (11.5129, 13.8629)$.
Vhodnou triedou funkcií pre MDD/MDDL by mohla byť napr. $\exp(-\beta \cdot MDD)$ / $\exp(-\gamma \cdot MDDL)$, kde $\beta > 0$ a $\gamma > 0$ vhodne zvolíme. Podobné intervaly ako pri výnose získame aj pre tieto parametre. Môžeme začať hľadať tie, ktoré budú najviac vyhovovať... Zoberieme si priebehy nejakých reálnych investícií, zistíme si ukazovatele L5, MDD, MDDL a vyskúšame niektoré hodnoty z našich intervalov... Aby sme to najviac priblížili našej predstave, grafy si najprv usporiadame do postupnosti podľa toho, ako by nám vyhovovali. Docielime to nastavením váh, a tiež vybraním vhodných parametrov z našich intervalov. Príklady grafov, ktoré sme zobrali my, si spolu s ich ohodnotením (príslušnou efektívnosťou) môžeme nájisť v dodatku A.

3.2.3 Výsledná funkcia efektívnosti

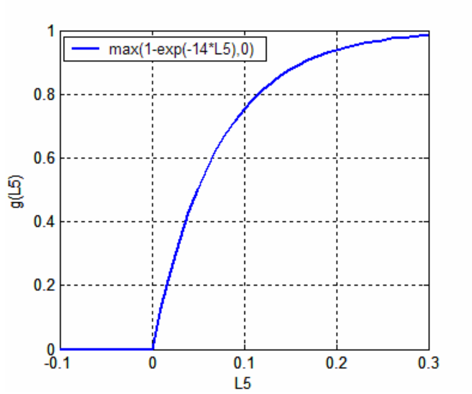
$$\begin{aligned}\mathsf{E} = 0.5 \cdot [0.65 \cdot \exp(-4.5 \cdot MDD) + 0.35 \cdot \exp(-0.0025 \cdot MDDL)] +\\ +0.5 \cdot [\max(1 - \exp(-14 \cdot L5), 0)]\end{aligned} \tag{3.15}$$

Pre lepšiu predstavu o samotných hľadaných funkciách si dovolíme teraz uviesť zopár obrázkov.

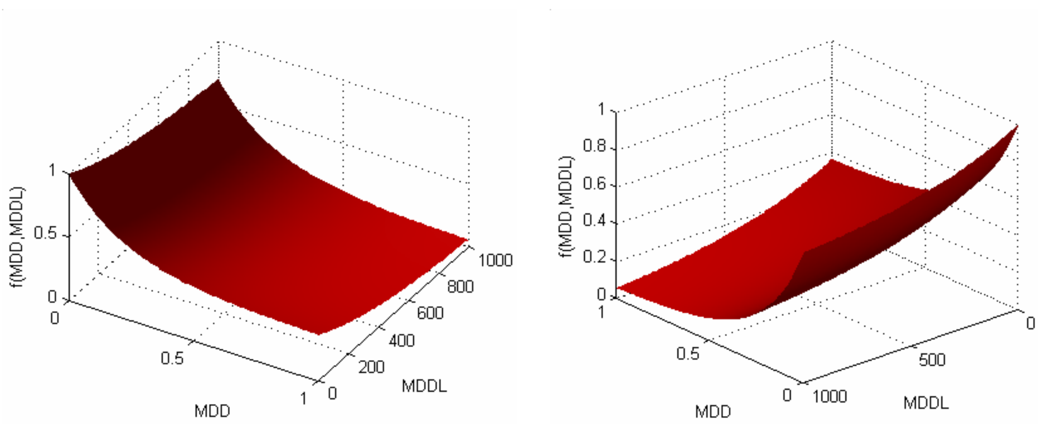
Túto kapitolu môžeme uzavrieť konštatovaním, že sa nám podarilo utvoriť index efektívnosti, ktorý „zvláda“ to, čo sme od neho požadovali. Dokáže nám stratégie zoradiť tak, ako by sme ich usporiadali sami podľa spokojnosti s nimi. Nastavili sme ho tak, aby skutočne vyjadroval naše preferencie. Teraz, keď už vieme hodnotiť jednotlivé priebehy investícií, môžeme stratégie testovať ...



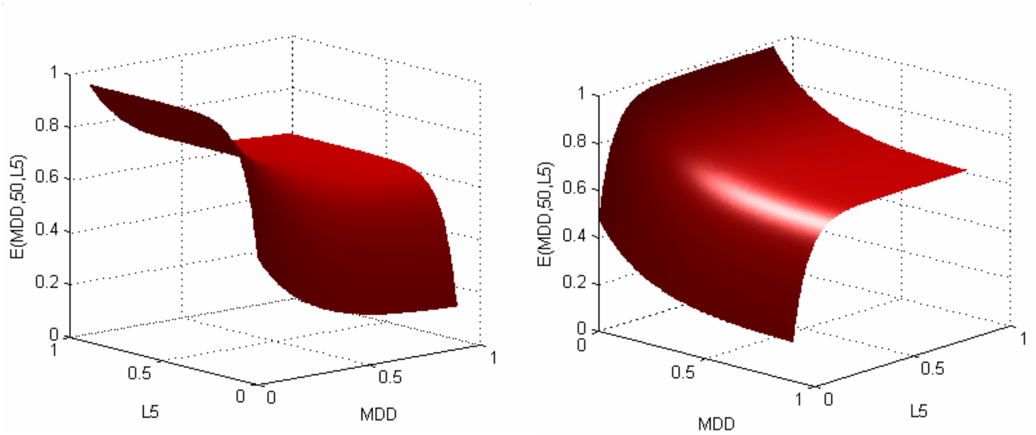
Obr. 3.1: Hľadané funkcie pre riziko



Obr. 3.2: Čiastková efektívnosť pre výnos



Obr. 3.3: Čiastková efektívnosť pre riziko



Obr. 3.4: Ako závisí efektívnosť od MDD a L5 pri MDDL=50

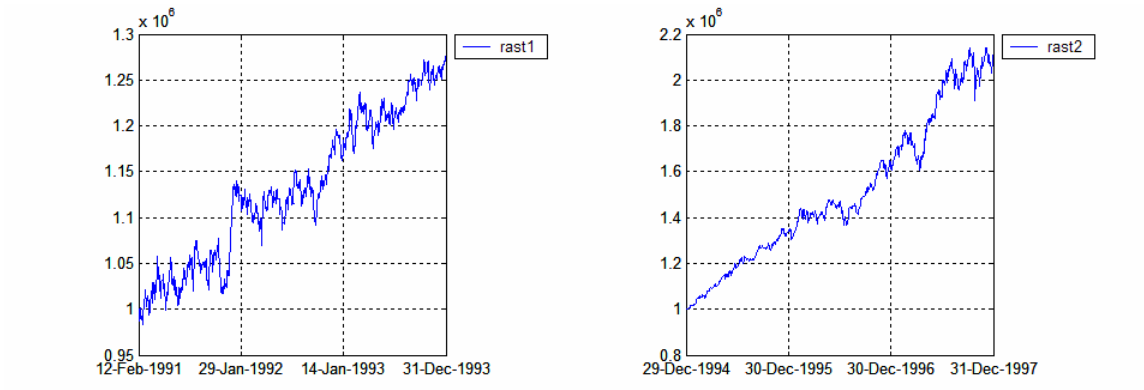
Kapitola 4

Testovanie stratégií

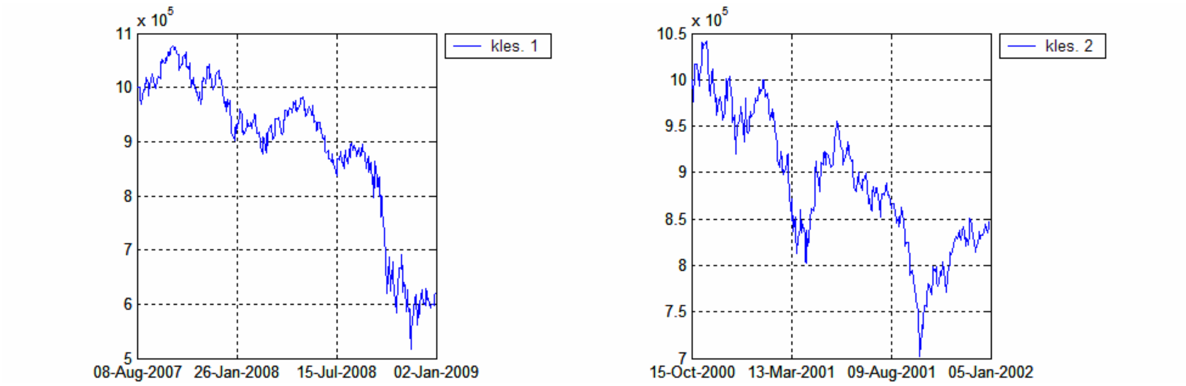
Cieľom tejto kapitoly bude vyskúšať kalibrovať na rôznych priebehoch indexu S&P500 a pozrieť sa na to, ako dopadnú vybrané stratégie. Každé testovanie ohodnotíme príslušnou efektívnosťou a pokúsime sa výsledky čo najlepšie interpretovať.

Správanie podkladového aktíva sme si rozdelili na:

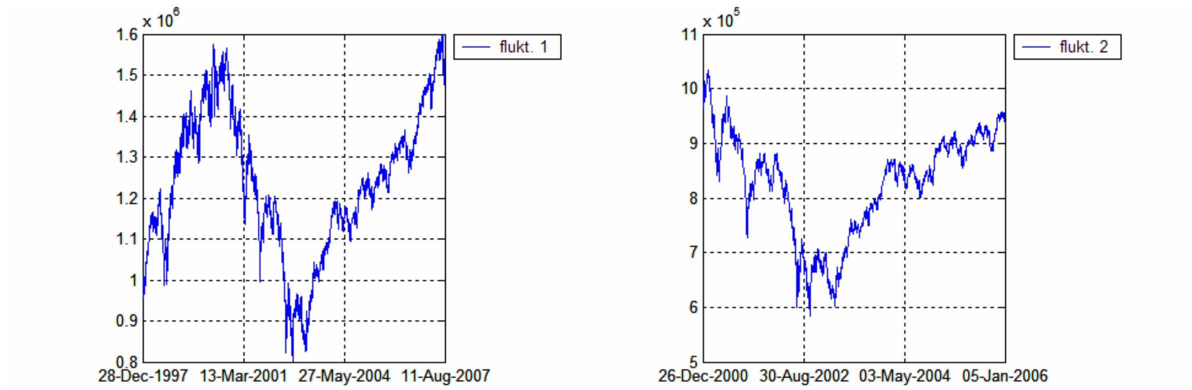
- obdobia rastu
- obdobia poklesu
- obdobia fluktuácií



Obr. 4.1: Obdobia rastu



Obr. 4.2: Obdobia poklesu



Obr. 4.3: Obdobia fluktuácií

Aby sme zmenšili závislosť od konkrétneho výberu, zobrali sme dva príslušné priebehy z histórie pre každý typ správania.(Každý priebeh je pre prehľadnosť označený názvom obdobia a číslom)

AKCIE A DLHOPISY

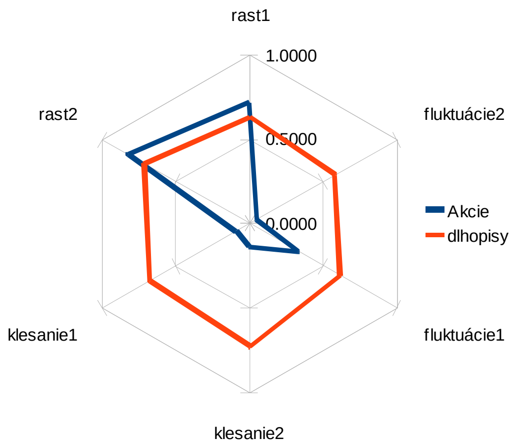
Vybrané obdobia sú charakterizované určitým správaním indexu S&P500. V tabuľke 4.1 je uvedený prehľad základných informácií.

Priebeh investícií do akcií a dlhopisov sme si pre každé vybrané obdobie ohodnotili pomocou odvodeného vzorca 3.15 zo strany 34. Príslušné efektívnosti si môžeme pozrieť v obrázku č. 4. Na grafe si všimnime, že pre dlhopisy sme vo všetkých obdobiach dostali veľmi podobné hodnotenia. To je spôso-

Tabuľka 4.1: Tabuľka o správaní dlhopisov a podkladového aktíva

	Obdobie	Rast1	Rast2	Kles.1	Kles.2	Flukt.1	Flukt.2
Akcie	Efektívnosť	0.7168	0.8181	0.0884	0.1359	0.3257	0.0479
	MDD	6.24%	10.8%	51.93%	32.57%	49.15%	43.46%
	MDDL	196	112	449	423	2623	1800
	L5	9.31%	25.46%	−27.91%	−7.66%	6.19%	−0.16%
Dlhopisy	Efektívnosť	0.6323	0.7144	0.6761	0.7272	0.6124	0.58
	MDD	0.85%	0.43%	0.37%	0.21%	0.71%	0.4%
	MDDL	118	34	24	10	139	95
	L5	3.4%	4.53%	3.45%	4.52%	3.06%	2.01%

MDD – maximálny pád; MDDL – maximálna dĺžka pádu
L5 – priemer týždenných výnosov



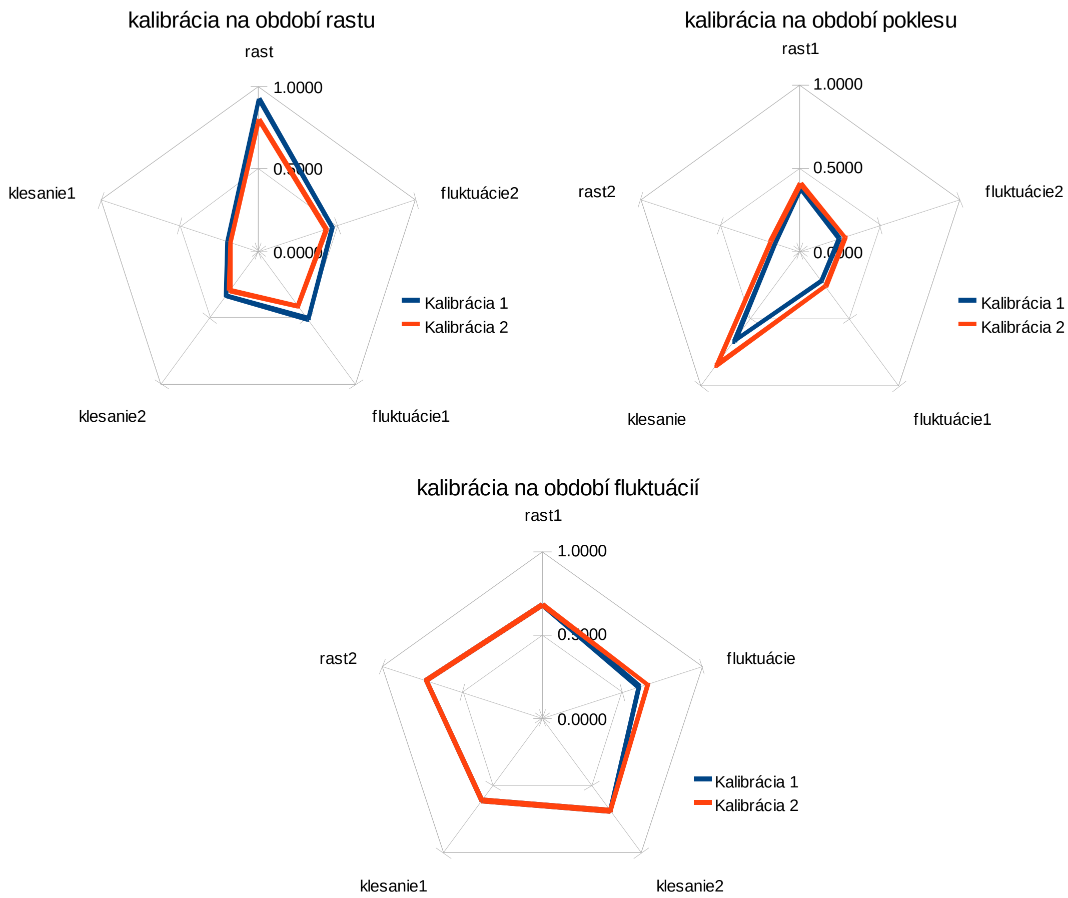
Obr. 4.4: Vývoj akcií a dlhopisov na rôznych obdobiach

bené tým, že MDD aj MDDL sú pri dlhopisoch veľmi nízke, a tiež výnosy sa veľmi neodlišujú. Pre akcie je už situácia iná. Samozrejme, tu hodnotenie nemá veľmi zmyslel, keďže akcie sú podkladovým aktívom . . . Napriek tomu však môžeme vidieť, že žiadaným priebehom je rast, efektívnosti pri fluktuáciách a poklesoch boli veľmi nízke.

Pre každý typ stratégie si uvedieme podobné grafy. Kalibrovali sme vždy na jednom z období, a na ostatných piatich sme testovali. Výsledky sme rozdelili podľa typu kalibračného obdobia. Tak napríklad na období rastu tu máme Kalibráciu1, čo znamená, že kalibrácia prebehla na období Rast1.

Naopak, Kalibrácia2 znamená, že kalibračným obdobím bolo obdobie Rast2, na ostatných sa testovalo. Takto vlastne môžeme sledovať citlivosť na výber obdobia.

4.1 SPREAD



Obr. 4.5: Spread

Pre stratégiu Spread si môžeme všimnúť, že na výber obdobia to nebolo veľmi citlivé, efektívnosti vyšli pre obidva priebehy veľmi podobne. Z grafu je tiež zjavné, že keď sme kalibrovali na obdobie rastu/poklesu, najlepšie dopadla stratégia testovaná práve na takomto období. Keď sme kalibrovali na období fluktuácií, dostali sme veľmi podobné efektívnosti pre všetky

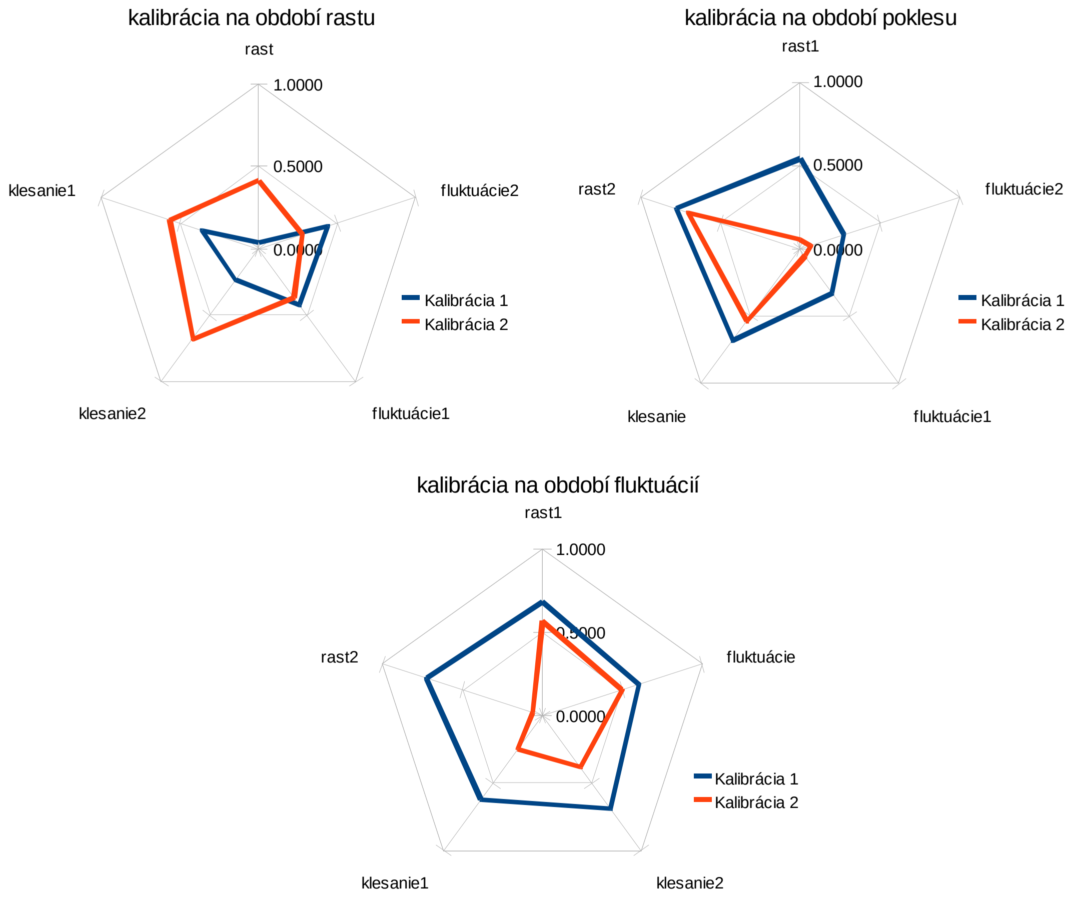
testovacie obdobia, teda dostali sme podobný graf ako pre dlhoopisy. Tiež zaujímavým je fakt, že keď bola kalibrácia na období fluktuácií, na všetkých testovacích obdobiach získala efektívnosť vyššiu ako m, kde m je najnižšia efektívnosť pri dlhopisoch, a v dvoch prípadoch dokonca efektívnosť vyššiu ako M, kde M bolo najvyššia dosiahnutá efektívnosť u dlhopisov.
Z toho môžeme usudzovať, že stratégia Spread sa dá ľahko používať pri obdobiach s nejakým trendom. Tu keď je trend rastúci, budeme taktiež kalibrovať na rastúcom období. Keď trend nemáme, podkladové aktívum fluktuuje, stratégia bude dosahovať podobné výnosy ako pri dlhopisoch. Očakávame, že stratégia nebude úspešná len „v bodoch zlomu“. Toto neskôr uvidíme, či sa využilo pri tzv. aktívnych stratégiách. Výnosy pre stratégiu spread sa dajú teda veľmi ľahko dosiahnuť, stačí „iba“ správne predpovedať trend, a na takomto období stratégiu nakalibrovať.

4.2 BUTTERFLY

Tu, ako môžeme vidieť, je citlivosť na výber obdobia zjavná. Už z podstaty tejto stratégie vidno, že tu nemôže záležať na tom, či podkladové aktívum rastie, alebo klesá. Hlavné je tu len to, či sa hodnota indexu bude počas nasledujúcich 3 mesiacov pohybovať v určitej vzdialenosti od spotovej ceny indexu. Táto vzdialenosť sa určí kalibráciou, a otázne je už len to, či index dodrží stanovené hranice. Najviac sa jej darilo pri kalibrácii na období Fluktuácie1. Tu efektívnosti na všetkých testovacích obdobiach prekročili hranicu m, inde veľmi úspešná nebola.

4.3 STRANGLE

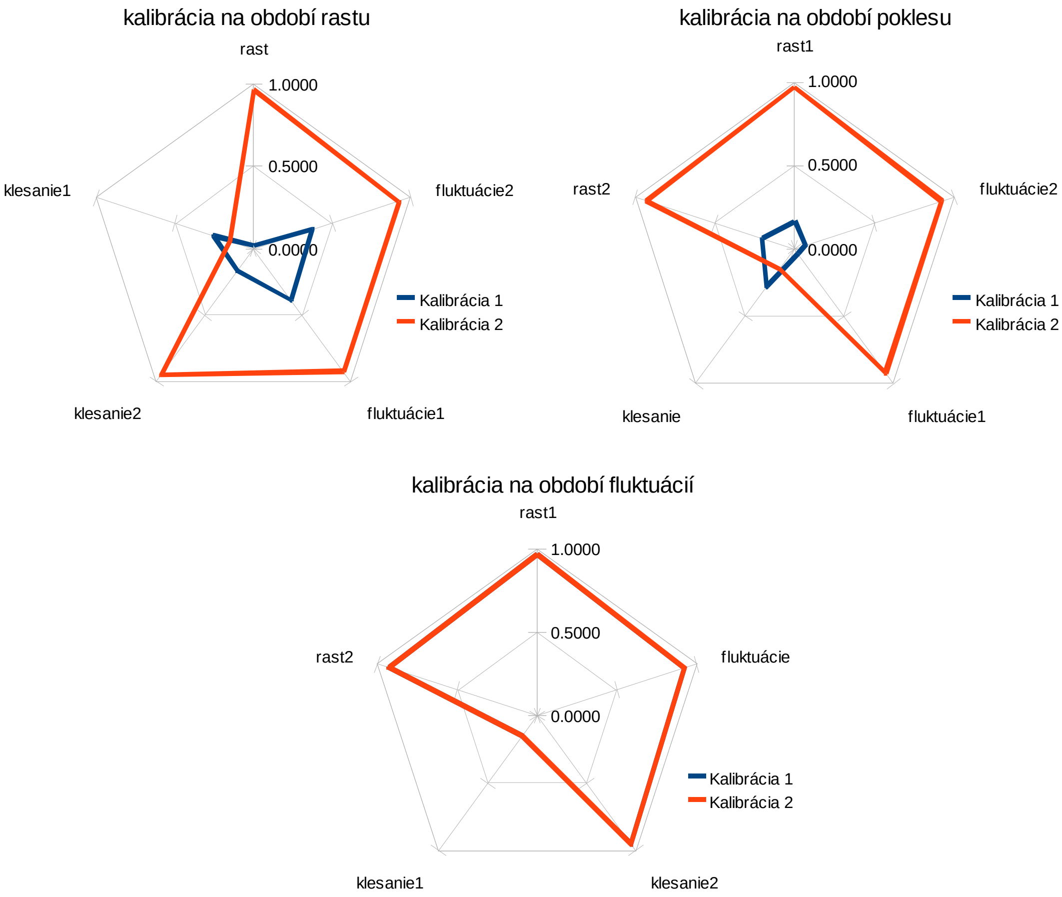
Pre túto stratégiu platí, že dokáže dosahovať veľmi vysokú efektívnosť, ale dosť často tiež efektívnosť blízku nule. Jej nevýhodou je hlavne to, že pri short pozícii nie je obmedzené riziko straty, čo pri väčších alebo neočaká-



Obr. 4.6: Butterfly

vaných pohyboch indexu môže spôsobiť obrovské pády hodnoty porftólia. Dá sa veľmi dobre využiť v obdobiach dramatických zvratov, vtedy môže prinášať naozaj vysoké zhodnotenie, je vhodná pre špekulácie.

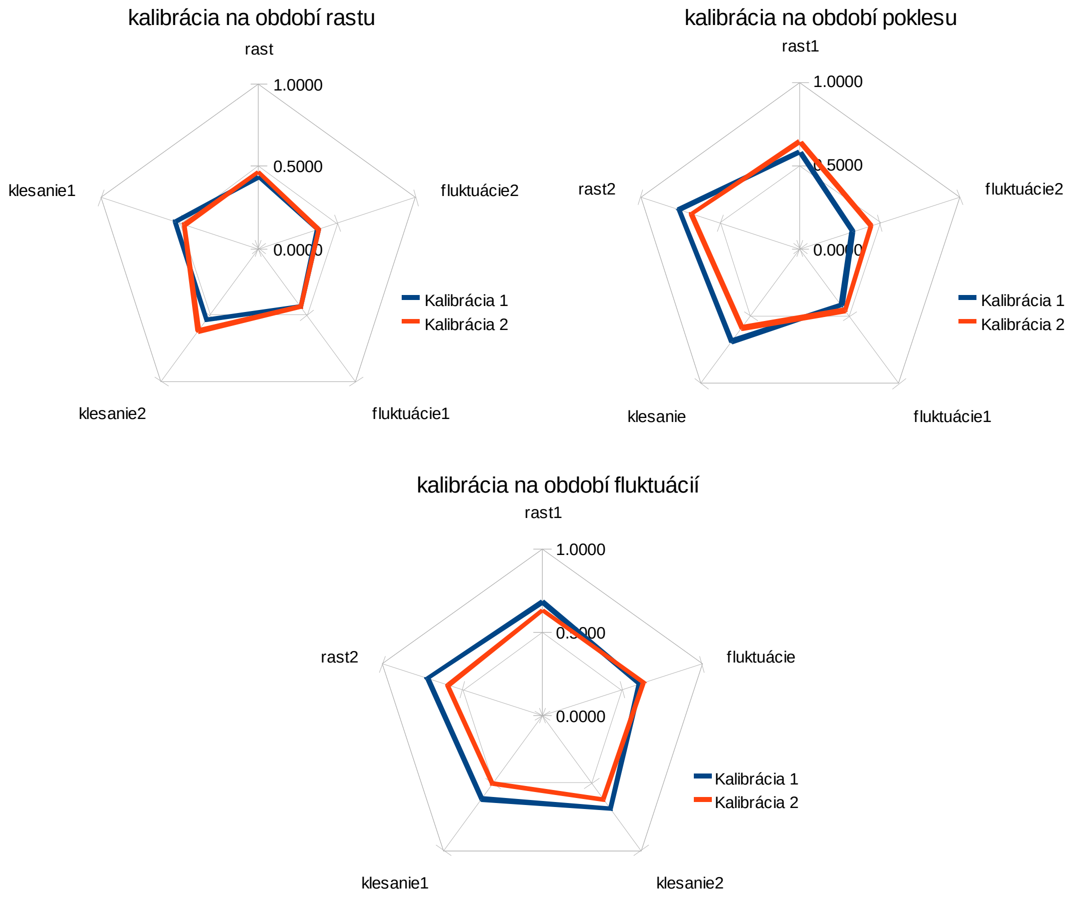
Môžeme si tiež všimnúť, že pri fluktuáciách sa efektívnosti prekrývajú, vyšli veľmi podobne. Schválne sme pri výbere obdobia fluktuácií vybrali také obdobia, ktoré sú jedno časťou druhého. Boli sme zvedaví ako na to zareagujú stratégie pri kalibrácii. Strangle bola neúspešná pri kalibrácii na období Rast1, a tiež na období Klesanie1. Pri týchto nedosiahla ani na jednom testovacom období efektívnosť vyššiu ako m. Na období Klesanie1 sa jej taktiež nedarilo ani pri testovaní. Inde bola veľmi úspešná.



Obr. 4.7: Strangle

4.4 CONDOR

Ako sa ukazuje na grafe, táto stratégia je veľmi opatrnou stratégiou. V tomto zmysle je to opak stratégie Strangle. Condor totiž to nedosahuje ani veľmi vysoké efektívnosti, ani efektívnosti veľmi nízke. Takisto ani na výber obdobia to nie je veľmi citlivé. Je to porovnateľná stratégia s investovaním do dlhopisov. Môžeme očakávať efektívnosť v nejakom intervale, a podľa výsledkov by sme nemali byť zaskočení ani veľkými stratami, ale čo nás neteší, ani veľkými ziskami. Všimli sme si, že Condor neuspela hlavne pri kalibrácii na rastovom období. Najistejšia kalibrácia bola taktiež na období fluktuácií, efektívnosti vyššie ako M sa tu však nedosahovali. Najlepšie vy-



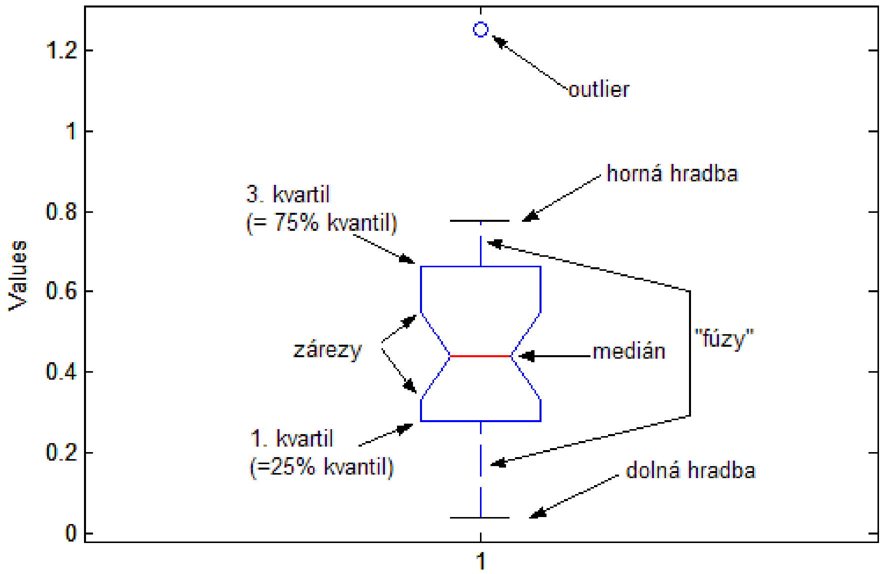
Obr. 4.8: Condor

užitie tejto stratégie by mohlo byť v časoch stagnujúcich trhov, tie sme však nezahrnuli do našej analýzy.

4.5 Štatistické vyhodnotenie stratégií (grafické)

Dáta nám tvoria efektívnosti, ktoré stratégie dosiahli na 5 testovacích obdobiach. Keďže máme 6 období, máme k dispozícii 30 hodnôt. Poďme sa pokúsiť „vytiahnuť“ z dát ďalšie informácie o stratégiách.
Pre lepšiu predstavu o dátach navrhujeme použiť krabicový diagram. Je to užitočná schéma, ktorá nám v jednom obrázku poskytuje informácie o mediáne, hornom a dolnom kvartile, hornej a dolnej hradbe nameraných

hodnôt, a taktiež o tzv. outlieroch (hodnotách, ktoré sú priveľmi vzdialené od ostatných). Keď si všimneme, „v krabici“ sa nám nachádza 50% dát.

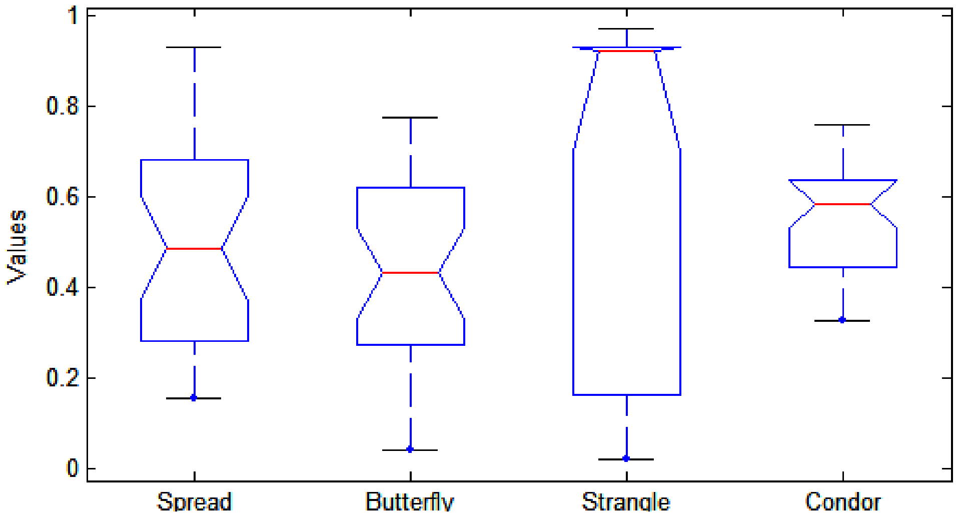


Obr. 4.9: Vysvetlivky pre krabicový diagram

Dolná hradba je 25% kvantil - 1,5 násobok medzikvartálneho rozpätia a horná hradba je 75% kvantil + 1,5 násobok medzikvartálneho rozpätia.[1] Dáta, ktoré nevpadnú do týchto vnútorných hradieb, sú označené ako outlieri. To, že „fúzy“ nie sú rovnako dlhé je spôsobené len tým, že sú vykreslené len tam, kde sú údaje. Môže sa teda stať, že je to posunuté k prvému údaju - maximálnej alebo minimálnej hodnote. Zárezy nám určujú interval spoľahlivosti pre teoretický medián.

Stratégia Spread má medián okolo hodnoty 0,5. Pri náhodnom použití tejto stratégie by sme mohli očakávať, že 50% z našich pokusov skončí niekde v krabici, tzn. s efektívnosťou od 0,28 po približne 0,68. Vidíme tiež, že pri výbere najhoršieho možného kalibračného obdobia sme dosiahli efektívnosť 0,1557. Naopak, pri najvhodnejšej kalibrácii sme dosiahli efektívnosť 0,9415.

[1]Medzikvartálne rozpätie = 3. kvartil - 1. kvartil



Obr. 4.10: Krabicový diagram (Box plot)

Tabuľka 4.2: Porovnanie s efektívnosťami dosiahnutými pri dlhopisoch

Stratégia	počet údajov väčších ako m	počet údajov väčších ako M
Spread	14	5
Butterfly	9	1
Strangle	16	16
Condor	16	1

m = najnižšia dosiahnutá efektívnosť pri dlhopisoch (0,58)
M = najvyššia dosiahnutá efektívnosť pri dlhopisoch (0,7272)

Butterfly sa nám tu javí ako menej úspešná stratégia. Medián vyšiel nižší ako v predchádzajúcom prípade, najvyšślia dosiahnutá efektívnosť je len na hodnote 0,7739, zato najnižšia je 0,0404. Len v jednom prípade z 30 sa nám podarilo dosiahnuť vyššiu efektívnosť ako M. Neukázalo sa teda, žeby nám poskytovala lepšie možnosti . . . , osobne by sme sa radšej priklonili k investovaniu do dlhopisov.

Stratégia Strangle až v 16 prípadoch ponúkla lepšiu efektívnosť ako dlhopisy. Jej obrovskou nevýhodou je však to, že je takpovediac nevyspytateľná, a môže nás prekvapiť veľmi nepríjemne. Z tohoto dôvodu by sme odporúčali (hlavne pri vypisovaní opcií) veľkú opatrnosť.

Nakoniec sa pozrime ako dopadla stratégia Condor. Ukázala sa o dosť lepšia

ako Butterfly, podotknime len, že horná hradba a 3. kvartál sú na podobných úrovniach, zatiaľ čo Condor má vyšší medián, a taktiež menší rozptyl hodnôt. Významné je aj to, že dolná hradba je ešte vyššie ako 1.kvartál pre Butterfly. Nepríjemnou charakteristikou však je, že len v 1 prípade sa nám podarilo dosiahnuť vyššiu efektívnosť ako M. Preto použitie tejto stratégie sa nedá jednoznačne označiť ako výhodnejšie oproti dlhopisom.
Nejde tu síce priamo o náhodné udalosti, keďže sme obdobia vyberali, grafické vyhodnotenie nám však poskytne lepšiu predstavu o možnom rozložení efektívnosti pri testovaní, takže sme ho napriek výhradám použili.

4.6 Aktívne stratégie

Samotnú konštrukciu si môžeme pripomenúť v časti 2.4 na strane 22.
Ukazovatele MDD a MDDL, ktoré potrebujeme na výpočet efektívnosti, majú hovoriť o tom, koľko najviac môžeme stratiť a najviac ako dlho môžeme byť neziskoví. Preto by sme ich chceli vypočítavať z nejakého dlhšieho obdobia, napríklad 10 rokov. [2] Je však pravdou, že takýto výpočet je sám o sebe dosť časovo náročný. Preto by bol dosť veľký problém počítať MDD na 10 rokov dozadu každé tri mesiace. Rozhodli sme sa teda, že výpočet urobíme len raz, a to na období predkalibrácie, ktorá predchádza prvému kalibračnému obdobiu a trvá 10 rokov. Pre aktívne stratégie to bolo obdobie od septembra 1989 po september 1999. Pri samotnej kalibrácii teda každá stratégia z koša dostala hodnotenie podľa MDD, MDDL z predkalibrácie, a priemeru týždenných výnosov L5, získaného zo samotného kalibračného obdobia (polrok dozadu).
Platí, že pravdepodobnosť vyššieho MDD je vyššia na dlhšom období. Preto ak máme pri pasívnych stratégiách obdobia rôznych dĺžok, uvedomujeme si, že sa dopúšťame určitej nedôslednosti. Kratšie obdobia v testovaní majú

[2] Ak použijeme takéto dlhšie obdobie, zistíme, ako „nepríjemné“ to pre nás môže byť v zložke rizika, a nemusíme sa potom až tak zaoberať tým, či kalibrujeme na vhodnom období.

totižto určitú výhodu pred tými dlhšími, a naopak, kalibrácia môže byť účinnejšia na dlhších obdobiach. Pôvodný účel pasívnych stratégií však bol vytvoriť si určitý prehľad o tom, ako samotná kalibrácia prebieha, ako veľmi ju ovplyvní správanie podkladového aktíva. . . .
Bolo by však zaujímavé aj pre tieto stratégie použiť desaťročnú predkalibráciu. Efektívnosti takto dosiahnuté by boli viac porovnateľné, kalibrácia by bola dôslednejšia, a v takomto tvare by sa dala aj lepšie použiť v realite. Taktiež aj vyhodnotenie by malo pre nás väčšiu vážnosť, efektívnosti takto dosiahnuté by totižto zodpovedali hodnotám, ktoré od toho očakávame.[3]
Niekto by mohol mať námietky, že napr. pre poslednú kalibráciu v Aktívnej stratégii budeme používať zastaralé dáta, ktoré už nemusia zohľadňovať súčasnú situáciu. Toto však nie je veľký problém, keďže od týchto ukazovateľov čakáme len to, že nám povedia najhorší možný scenár. Ak vyberieme dostatočne volatilné obdobie za predkalibráciu, neaktuálnosť dát nás nemusí zaujímať.

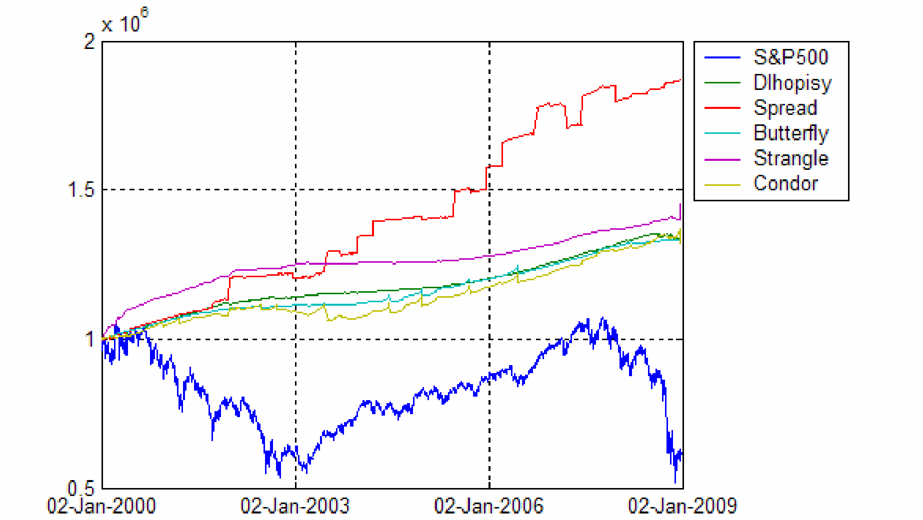
Tabuľka 4.3: Prehľad dosiahnutých efektívnosti pre aktívne stratégie

Stratégia	SP500	Dlhopisy	Spread	Butterfly	Strangle	Condor
Efektívnosť	0.03166	0.57146	0.5944	0.53699	0.58461	0.44688
MDD	0.51925	0.01724	0.04420	0.02479	0.01687	0.05366
MDDL	2623	149	276	201	334	729
L5	-0.02755	0.02551	0.04678	0.02355	0.03808	0.02825

MDD – maximálny pád; MDDL – maximálna dĺžka pádu
L5 – priemer týždenných výnosov

Všimnime si, že stratégie sa vyvíjali dosť podobne, akurát vývoj Spreadu sa troška líši, táto stratégia vyšla ako najúspešnejšia. Celkovo dva typy stratégie dosiahli efektívnosť vyššiu ako investícia do ročných štátnych dlhopisov – Strangle a už spomínaný Spread. Prekvapivé na Strangle je to,

[3]Ťažko predpokladať, že by sme sa odvážili kalibrovať štýlom pasívnych stratégií napríklad na rastovom období, keď trh momentálne klesá. . . avšak tu je to už skôr mysliteľné, keďže možný neúspech je už zahrnutý aspoň v rizikovej zložke.



Obr. 4.11: Vývoj hodnoty portfólia pre aktívne stratégie

že MDD vyšiel pri tejto aktívnej stratégii najmenší zo všetkých. Tu sa zdá, že Strangle stíhal reagovať na zmeny na trhu, nepostrehli sme prepady, ale taktiež nedosiahol ani tradične vysokú efektívnosť.

Napriek tomu, že bola zahrnutá aj predalibrácia, a tiež sa aplikovala naviazanosť na trend, však samotné efektívnosti nie sú veľmi vysoké, chceli sme viac od tejto stratégie. Dôvod, prečo je tomu tak, môže byť v tom, že ak sme očakávali vývoj rovnaký ako v predchádzajúcom období, očakávania sa premietli aj do ceny opcií. Napríklad ak sme rátali s vysokou volatilitou, táto sa odrazila na cene opcií (zvýšila sa). My sme síce použili stratégiu určenú na vysokú volatilitu, ale očakávaný zisk bol už o to menší, že cena opcií bola vysoká. Najviac preto mohla bodovať stratégia Spread (aj keď tiež nie veľmi), v ktorej sa volatilita až tak neodrazila.

Záver

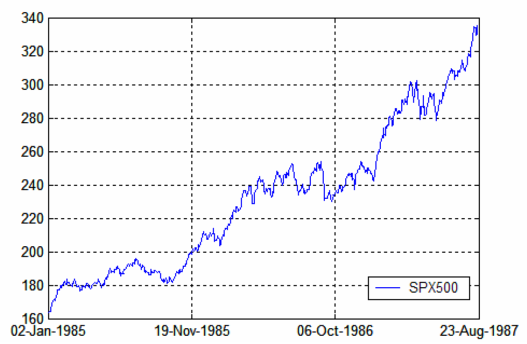
Touto prácou sme sa pokúšali nájisť spôsob najvhodnejšieho investovania pre konkrétneho investora. Prvou úlohou, ktorú sme zvládli, bolo prispôsobenie pojmu indexu efektívnosti našim podmienkam a potrebám. Tento index nám umožnil vyjadriť naše preferencie a predstavy o ideálnom priebehu priebehu investície jedným číslom. Na základe toho sme mohli taktiež hodnotiť „ako ďaleko“ sa od žiadaného priebehu nachádza naša investícia. Možnosť hodnotiť jednotlivé stratégie bola základom pre účinnú kalibráciu. Vybrali sme niekoľko typov stratégií, a tie sme otestovali na historických dátach. Kalibrácia prebiehala na obdobiach s rozličným správaním podkladového indexu, testovanie taktiež. Snažili sme sa utvoriť si komplexný obraz o použitých typoch stratégií, čo nám malo neskôr pomôcť pri výbere toho, ktorý nám najviac pomôže priblížiť sa k cieľu.

Ľahko nastaviteľnou sa javila stratégia Spread, pri ktorej platilo, že keď sme kalibrovali na období fluktuácií, dostali sme na všetkých testovacích obdobiach uspokojivé výsledky. Najviac nevhodnou sa zdá byť pre nás Butterfly. Tu by možno bolo dobré skúsiť nejaký iný typ kalibrácie. Na špekulácie najvhodnejšou sa javí stratégia Strangle, a najopatrnejšou je Condor.

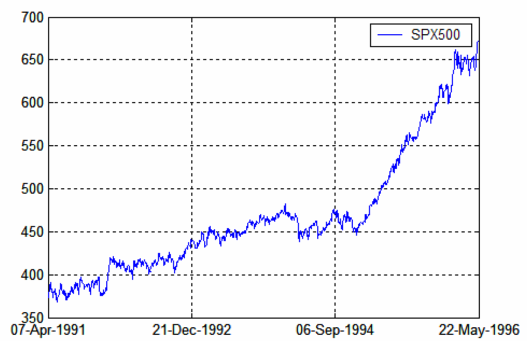
Navrhli sme aj akúsi aktívnu stratégiu na demonštrovanie toho, že vždy je dobré mať správnu intuíciu o budúcom vývoji. Ukázala nám, čo môžeme od investovania očakávať, keď sa správame „trendovo“. Pre typ Spread to vyšlo lepšie ako pri investovaní do ročných štátnych dlhopisov, a tiež lepšie ako pri ostatných typoch stratégií, ktorých sa viac týkala volatilita. Celkovo boli dve aktívne stratégie úspešnejšie ako dlhopisy, konkrétne, už spomínaný Spread a takisto Strangle.

Dodatok A

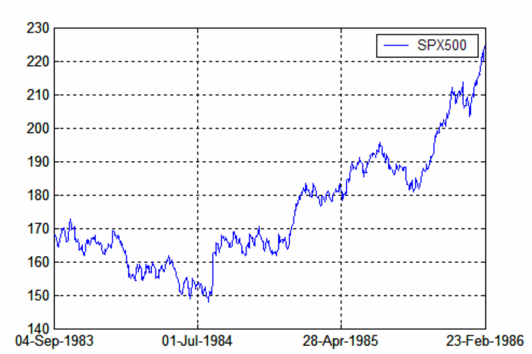
Prehľad ohodnotených grafov



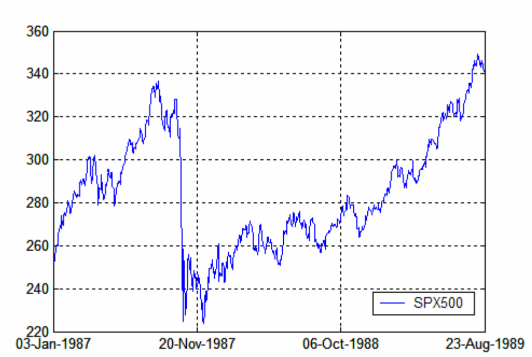
Obr. A.1: MDD = 0.09424; MDDL = 117; L5 = 23.508%; Efektívnosť = 0.82469



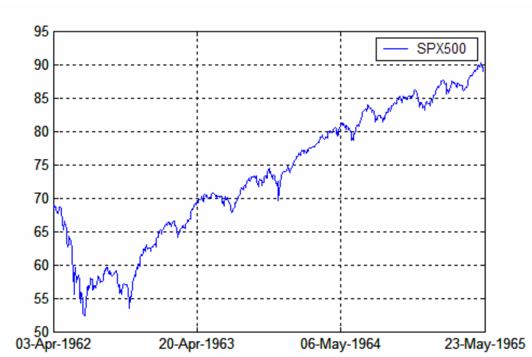
Obr. A.2: MDD = 0.08938; MDDL = 377; L5 = 8.761%; Efektívnosť = 0.63891



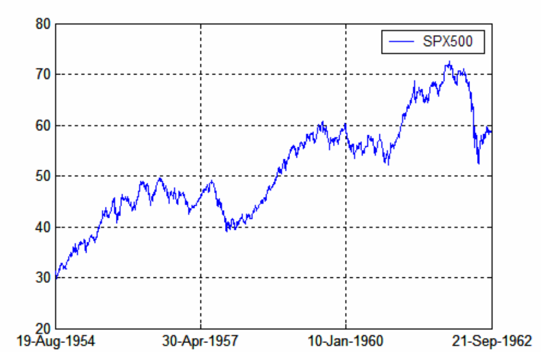
Obr. A.3: MDD = 0.14382; MDDL = 469; L5 = 9.752%; Efektívnosť = 0.59667



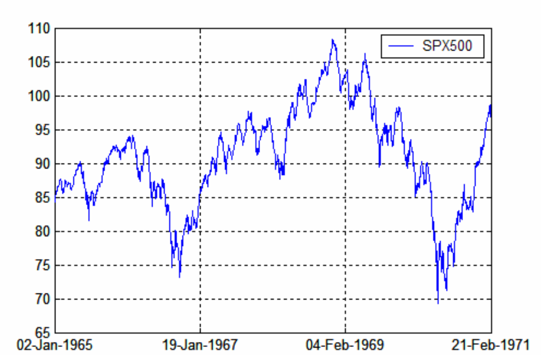
Obr. A.4: MDD = 0.33510; MDDL = 701; L5 = 16.776%; Efektívnosť = 0.55453



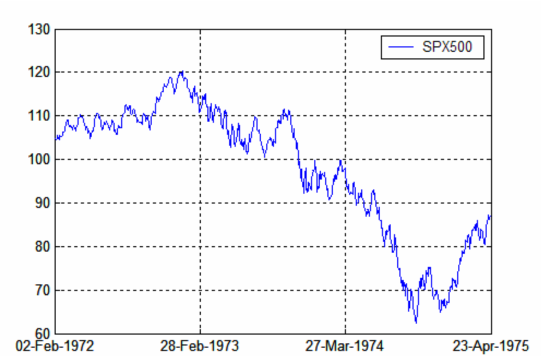
Obr. A.5: MDD = 0.24075; MDDL = 375; L5 = 5.016%; Efektívnosť = 0.43080



Obr. A.6: MDD = 0.27974; MDDL = 782; L5 = 3.239%; Efektívnosť = 0.29937



Obr. A.7: MDD = 0.36062; MDDL = 815; L5 = 3.336%; Efektívnosť = 0.27351



Obr. A.8: MDD = 0.48204; MDDL = 830; L5 = 0.655%; Efektívnosť = 0.10293

Literatúra

[1] Melicherčík, I. - Olšárová, L. - Úradníček, V.: Kapitoly z finančnej matematiky. EPOS, Bratislava, 2005. 243 s.

[2] Ševčovič, D.: Analytické a numerické metódy oceňovania finančných derivátov. [online]. Bratislava, 2001. Dostupné na internete: <http://www.iam.fmph.uniba.sk/sevcovic/skripta>

[3] Hull, John C.: Options, Futures and Other Derivatives. 4th edition. Prentice Hall International, New Jersey, 2000.

[4] Black, F.-Scholes, M.: The pricing of options and corporate liabilities. Journal of Political Economy, 1973, vol. 81, pag. 637-654.

[5] Kupča, O.: Stratégie obchodovania s futures aplikované na historické dáta[diplomová práca]. [online]. Bratislava: FMFI UK, 2008. 85 s. Dostupné na internete: <http://www.iam.fmph.uniba.sk/studium/efm/diplomovky/2008/kupca/diplomovka.pdf>

[6] Federal Reserve Statistical Release. Dostupné na internete: <http://www.federalreserve.gov/Releases/H15/data.htm>

[7] <http://finance.yahoo.com>

[8] The Options & Futures Guide. [online]. Dostupné na internete:<http://www.theoptionsguide.com>

[9] What is "Maximum Drawdown"? [online]. Dostupné na internete: <http://www.confidentstrategies.com/maximum-drawdown.htm>