

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



ANALÝZA STRATÉGIÍ VYUŽÍVAJÚCICH ZAISTENÉ
INVESTÍCIE NA HISTORICKÝCH DÁTACH

DIPLOMOVÁ PRÁCA

2008

Zuzana Fratričová

ANALÝZA STRATÉGIÍ VYUŽÍVAJÚCICH ZAISTENÉ INVESTÍCIE NA HISTORICKÝCH DÁTACH

DIPLOMOVÁ PRÁCA

Diplomant: Zuzana Fratričová

Vedúci diplomovej práce: Mgr. Henrich Datel

Bratislava 2008

Čestne prehlasujem, že som prácu vypracovala samostatne, s využitím teoretických vedomostí a s použitím uvedenej literatúry

Bratislava, 2008

.....

Zuzana Fratričová

Týmto by som rada vyjadrila svoje poďakovanie môjmu diplomovému vedúcemu, Mgr. Henrichovi Datelovi, za odborné vedenie, cenné rady a pomoc pri vypracovaní mojej diplomovej práce.

Zároveň patrí moja vďaka konzultantovi Mgr. Stachovi Mudrákovi za ochotu prejavenu pri jej vedení.

Abstrakt

FRATRIČOVÁ, Zuzana : Analýza stratégií využívajúcich zaistené investície na historických dátach [diplomová práca]. Univerzita Komenského. Bratislava. Fakulta matematiky, fyziky a informatiky. Katedra aplikovanej matematiky a štatistiky. Vedúci diplomovej práce : Mgr. Henrich Datel. Bratislava: FMFI UK, 2008.

Zaistené investície predstavujú zaujímavú investičnú príležitosť na finančnom trhu. Investorovi ponúkajú garanciu vrátenia počiatočného kapitálu. Popritom vytvárajú priestor pre výnos v čase rastu cien akcií. Otázkou je, pri akom investičnom horizonte sa to podarí dosiahnuť.

Táto diplomová práca sa zaoberá analýzou zaistených investícií v rôznych horizontoch z hľadiska ich rizikovosti a výnosnosti. Výsledky analýzy sú porovnané s investíciami do akcií a dlhopisov.

Na záver sa ukáže, v akom investičnom horizonte sú zaistené investície najlepšou investíciou.

Kľúčové slová : zaistené investície, Option Based Portfolio Insurance (OBPI), stratégie, Long Call, Bullish Spread

Abstract

FRATRIČOVÁ, Zuzana : The analysis of guaranteed funds strategies on historical data [master thesis]. Comenius University. Bratislava. Faculty of Mathematics, Physics and Informatics. Department of Applied Mathematics.
Supervisor : Mgr. Henrich Datel. Bratislava : FMFI UK, 2008.

The guaranteed funds represent interesting investment opportunity at the financial market. They offer for investors the guaranty of return of the capital invested. Besides, they create the area for the return from the stock increase. The question is, in what investment horizon this can be reached.

This thesis deals with the findings of guaranteed funds in different investment periods from the view of their risk and return characteristics. This findings of the thesis are compared to the investments to bonds and stocks.

Finally, in the thesis there will be shown in what investment horizon the guaranteed funds are the best investment.

Keywords : guaranteed funds, Option Based Portfolio Insurance (OBPI), strategies, Long Call, Bullish Spread

OBSAH

ÚVOD	1
1. ZÁKLADNÉ POJMY	2
1.1 Rizikové ukazovatele	5
1.2 Podielové fondy	8
2. ZAISTENÉ INVESTÍCIE	11
2.1 Charakteristika	11
2.2 Stratégie používané pri zaistení portfólia.....	11
2.3 Stratégia Long Call	12
2.4 Stratégia Bullish Spread.....	15
3. ANALÝZA STRATÉGIE LONG CALL	18
3.1 Nastavenie parametrov	18
3.2 Analýza	18
3.3 Zhrnutie	23
4. ANALÝZA STRATÉGIE BULLISH SPREAD	24
4.1 Nastavenie parametrov	24
4.2 Kalibrácia	24
4.3 Analýza	30
4.4 Zhrnutie	35
4.5 Optimalita.....	35
4.6 Porovnanie stratégií Long Call a Bullish Spread.....	37
5. ZÁVER	39
LITERATÚRA	40
PRÍLOHA	41

Úvod

Medzi najznámejšie investičné príležitosti na trhu patria akcie a dlhopisy. Každá z nich predstavuje investíciu iného rizika a inej výnosnosti. Na jednej strane akcie ponúkajú neohraničený výnos pri vysokom riziku. Oproti nim dlhopisy poskytujú investorovi istotu. Cenou za túto poistku je však nízke zhodnotenie vkladu. Každá investícia má taktiež svoj investičný horizont, pri ktorom sa oplatí vložiť do nej peniaze. Z krátkodobého hľadiska sú to napríklad jednorročné dlhopisy. Pri nízkom riziku ponúkajú stabilný výnos. Mnohým investorom však prekáža ich nízke zhodnotenie. Núka sa tak otázka, či je možné ponúknuť investorovi vyšší výnos investície bez rizika jeho straty. Túto požiadavku môžu splňať *zaistené investície*. Ponúkajú nielen zaručený výnos, ale svojou participáciou na vývoji akcií poskytujú možnosť tento zisk zvýšiť. Pre investora nie je o zaistených investíciách k dispozícii dostatok informácií. Ide najmä o voľbu použitej stratégie a dĺžky investičného horizontu.

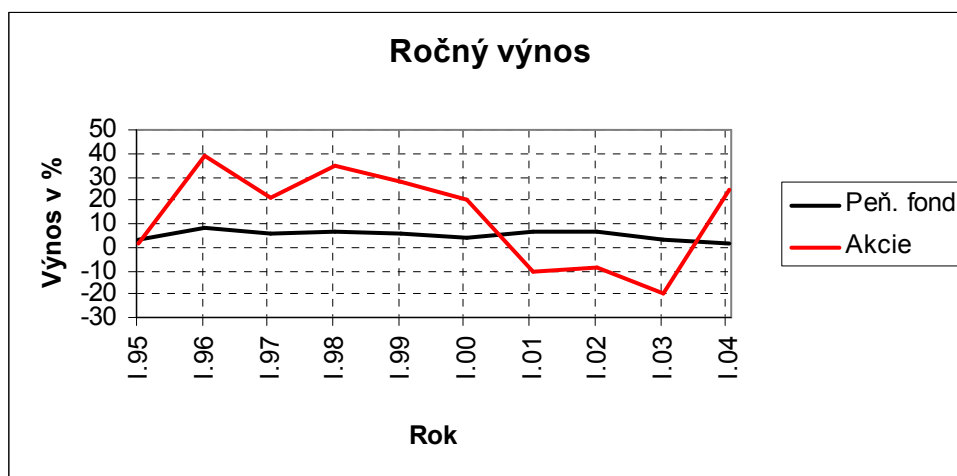
Cieľom tejto diplomovej práce je urobiť preto analýzu, pri akom horizonte predstavujú zaistené investície zaujímavú investičnú príležitosť. Pri analýze sa zameriam na zaistené investície, akcie a dlhopisy a porovnam ich rizikovosť spolu s výnosnosťou. Pri simulácii zaistených investícií využijem metódu riadenia portfólia Option Based Portfolio Insurance. Potom s pomocou kalibrácie určím výber vhodného parametra pri jednej z jej stratégií a vyhodnotím kalibráciu. Na záver chcem vzájomne porovnať výsledky použitých stratégií. Pri mojej diplomovej práci budem pracovať s domácou a zahraničnou literatúrou.

1. Základné pojmy

Zaistené investície predstavujú investičnú príležitosť na finančnom trhu. Tvoria kompromis medzi akciami a dlhopismi resp. im podobnými peňažnými fondmi. Zaistené investície oproti akciám nikdy nezaznamenávajú na konci obchodovania stratu. Navyše, v porovnaní s dlhopismi ponúkajú vyššie výnosy.

Pred nástupom zaistených investícií mal investor malú možnosť vybrať si, kam vloží svoj kapitál. Investičné príležitosti na trhu tvorili hlavne akcie, dlhopisy, neskôr aj peňažné fondy. Každá z nich predstavuje investíciu iného charakteru.

Akcie ponúkajú neohraničený výnos. Predstavujú však rizikovú investíciu. Tak ako môže investor pri nich veľa získať, môže aj veľa stratiť. Dlhopisy poskytujú investorovi istotu. Od začiatku investície sú úročené pevne stanovenou úrokovou mierou. Výnos z nich je vopred známy. Cenou za túto poistku je však nízke zhodnotenie vkladu. Alternatívu k akciám z krátkodobého hľadiska ponúkajú peňažné fondy. Tie majú charakter dlhopisov s dobou splatnosti maximálne jeden rok. V ďalšom ich budem označovať ako jednoročný dlhopis. Ponúkajú nízky, ale stabilný výnos.



Obr. 1 Ročný výnos akcií a peňažných fondov v rokoch 1995 - 2004

Tab. 1 Výsledky jednoročných investícií v rokoch 1995 až 2004 v %

	Priemerný výnos	Minimálny výnos	Štandardná odchýlka	Percento stratových rokov
Dlhopisy 1r.	4,42	1,30	2	0
Dlhopisy 10 r.	10,57	- 10,5	12	20
Akcie	14,12	- 22,8	20	30

V tabuľke 1 sú uvedené výnosy a rizikové ukazovatele investičných stratégií pri investičnej perióde jeden rok.

Ako je v tabuľke vidieť, akcie zaznamanali vysoké výnosy. Ten priemerný predstavoval + 14,12 %. Na druhej strane bol minimálny výnos rovný – 22,8 %. Z pohľadu investora tak predstavovali akcie veľmi rizikovú investíciu.

Druhou investičnou príležitosťou na trhu boli dlhopisy so splatnosťou desať rokov. Ich priemerný výnos predstavoval 10,75 %. Aj tu však nastala situácia, že investícia bola stratová. Tieto dlhopisy tak ponúkli stredný výnos pri strednom riziku.

Poslednou sledovanou investíciou sú dlhopisy so splatnosťou jedného roka. Ponúkajú nízke výnosy, ale ako jediné v celom období neklesli pod 0 %. Minimálne zhodnotenie investície bolo 1,3 %. Dlhopisy ponúkajú malý zisk pri malom riziku. V jednoročnom investičnom horizonte predstavujú vhodnú investíciu.

Pri dvojročnom investičnom horizonte boli dosiahnuté nasledovné výsledky.

Tab. 2 Výsledky dvojročných investícií v rokoch 1995 až 2004 v %

	Priemerný výnos	Minimálny výnos	Štandardná odchýlka	Percento stratových rokov
Dlhopisy 1r.	5,05	1,3	20	0
Dlhopisy 10 r.	10,55	3,20	6	0
Akcie	16,45	-14,71	22	20

Akcie naďalej predstavujú rizikovú investíciu. Tak ako sa mohlo investíciou veľa získať, mohlo sa aj veľa stratiť. 20 % z investícií zaznamenalo na konci obchodovania stratu.

Desaťročné dlhopisy ani raz nevykazujú stratu. V porovnaní s akciami síce ponúkajú o 6 % nižšie zhodnotenie, je to však pri miernom riziku. Minimálny výnos tu predstavuje 3,2 %.

Jednoročný dlhopis dosiahol oproti prvému horizontu vyšší výnos a to pri ešte menšom riziku ako pri jednoročnej investícii. Ani raz neklesli jeho výnosy pod nulu. Pri porovnaní s dlhopisom s dlhšou dobou splatnosti však dosiahli nízky výnos. Ten predstavoval 5,05 %. Desaťročné dlhopisy zaznamenali viac ako dvojnásobné zhodnotenie. Percento stratových rokov bolo nulové. Z toho dôvodu tvoria v sledovanom horizonte zaujímavú investičnú príležitosť.

Každá investícia má iný investičný horizont, pri ktorom sa oplatí vložiť do nej peniaze. Investor si volí stratégiu podľa dĺžky investičného horizontu. Z krátkodobého hľadiska sa oplatí investovať do jednoročných dlhopisov. Pri nízkom riziku ponúkajú stabilný výnos. Mnohým investorom však prekáža ich nízke zhodnotenie.

Núka sa tak otázka, či je možné investorovi ponúknuť vyšší výnos investície a to bez rizika jeho straty. K dispozícii sú aj akcie, ktorých vysoký výnos je spojený s vysokým rizikom. Konkrétnym príkladom je pád akcií v rokoch 2001 – 2003, kedy sa dala stratiť až polovica investovaného majetku.

Odpoveď ponúkajú zaistené investície. Poskytujú zaistený výnos a zároveň možnosť vytvoriť ďalší zisk. Otázne však ostáva, či dosiahnutý výnos bude vyšší ako pri dlhopisoch.

Cieľom tejto diplomovej práce je urobiť preto analýzu, pri akom horizonte predstavujú garantované investície zaujímavú investičnú príležitosť.

Pri tejto analýze porovnávam investície do akcií, do dlhopisov a do zaistených investícií. Používam pritom simulácie vývoja dlhopisu a zaistených investícií, ako aj kalibráciu na určenie vhodného parametra stratégie riadiacej portfólio. Kalibráciu následne vyhodnotím a nájdem vhodnú stratégiu pre každý investičný horizont. Nakoniec porovnám výsledky používaných stratégií.

Analýzu robím na reálnych trhových dátach za obdobie 1992 - 2007. Za začiatok pozorovacieho obdobia volím rok 1992, keďže v tomto roku sa v USA skončil nepriaznivý vývoj na finančnom trhu. Celé obdobie delím na dve časti. V prvej kalibračnej perióde (1992-2002) sledujem optimálnu voľbu parametra modelu. V nasledujúcom testovacom období (2002-2007) využívam jeho prednastavenie na analýzu finančných stratégií.

Diskontné úrokové miery sú prevzaté z Federal Reserve Economic Data [1]. Rizikové aktívum tvorí finančný index Standard & Poor's 500 Total Return, ktorý odzrkadľuje vývoj 500 popredných firiem vo vedúcich odvetviach amerického priemyslu. Bezrizikové aktívum tvoria bezkupónové dlhopisy (Zero – Coupon Bonds).

Pri analýze používam viaceré rizikové ukazovatele. Okrem výnosu stratégie a jeho štandardej odchýlky sledujem aj volatilitu a ukazovatele *Time to recovery* a *Maximum Drawdown*.

1.1 Rizikové ukazovatele

a) Volatilita

Definujme σ_n ako volatilitu na trhu v deň n , t.j. odhad na konci dňa $n-1$. Druhá mocnina tejto volatility σ_n^2 sa označuje ako variancia. Predpokladajme, že hodnota trhovej premennej na konci dňa i je S_i . Premenná u_i predstavuje výnos na konci dňa i :

$$u_i = \ln \frac{S_i}{S_{i-1}}$$

Nevychýlený odhad jednodennej variancie σ_n^2 využíva najnovšie pozorovania premennej u_i . Vypočíta sa podľa vzorca (1)

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m-1} \cdot \sum_{i=1}^m (u_{n-i} - \underline{u})^2$$

kde \underline{u} je aritmetický priemer u_i :

$$\underline{u} = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m (u_{n-i})$$

Rovnica je často upravená na nasledovný tvar [2] (2)

$$\sigma_n^2 = \frac{1}{m} \cdot \sum_{i=1}^m u_{n-i}^2$$

kde u_i je dané rovnicou

$$u_i = \left(\frac{S_i - S_{i-1}}{S_{i-1}} \right)$$

Vážený súčet

V rovnici (2) má každá trhovú zmenu u_i rovnakú váhu. Ak chceme dynamicky reagovať na vývoj trhu, musíme dať súčasným dátam vyššie váhy ako tým historickým. Uvažujme preto model (3)

$$\sigma_n^2 = \sum_{i=1}^m \beta_i \cdot u_{(n-i)}^2$$

Premenná β_i , ktorá určuje váhu jednotlivých pozorovaní, je vždy kladná. Keďže starým pozorovaniam priradíme menšiu váhu ako novým, $\beta_i < \beta_j$ pre $i > j$.

Súčet všetkých váh je rovný jednej, teda $\sum_{i=1}^m \beta_i = 1$. Variancia tak tvorí vážený priemer premennej u_i^2 .

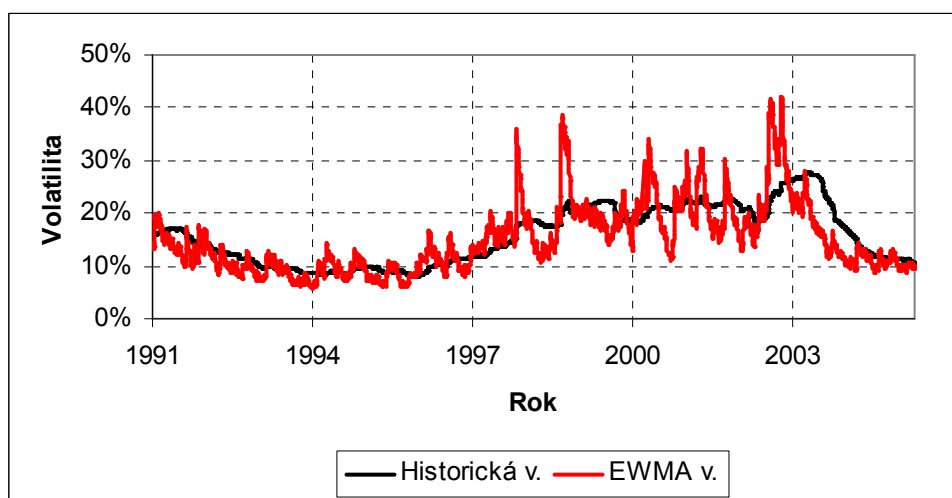
Model EWMA

Model EWMA (Exponentially Weighted Moving Average Model) je konkrétnym príkladom metódy opísanej rovnicou (3), kde sa váhy exponenciálne zvyšujú smerom k starším údajom. Špeciálne, $\beta_{i+1} = \lambda \cdot \beta_i$, pričom λ je konštantou medzi nulou a jednotkou. Tým dostávame konkrétny vzorec pre odhad volatility pomocou modelu Exponentially Weighted Moving Average a to v nasledovnom tvare (4)

$$\sigma_n^2 = \lambda \cdot \sigma_{(n-1)}^2 + (1 - \lambda) \cdot u_{(n-1)}^2$$

Odhad σ_n pre volatilitu v deň n sa vypočíta pomocou hodnoty σ_{n-1} , odhadu pre volatilitu vytvoreného o deň skôr, a u_{n-1} , aktuálnej zmeny trhovej premennej. Metóda modelu Exponentially Weighted Moving Average má jednu veľkú výhodu. V každom čase nám stačí si pamätať dve premenné – posledný odhad variancie a najnovšie pozorovanie hodnoty podkladového aktíva. Pri novom pozorovaní sa dopočíta u^2 a podľa rovnice (4) sa zistí presnejší odhad volatility σ . Staršie výpočty u^2 je už možné vyradiť.

Spoločnosť J. P. Morgan používa pri modeli Exponentially Weighted Moving Average hodnotu $\lambda = 0.94$. Ako uvádza, pri mnohých trhovách premenných práve toto číslo λ pomôže vytvoriť odhad volatility blízko jej reálnej hodnote. Porovnanie historickej a EWMA volatility je znázornené na nasledujúcom grafe. Konečná volatilita je získaná z 250 pozorovaní.



Obr. 2 Porovnanie historickej a EWMA volatility v rokoch 1991 - 2005

V ďalšej časti diplomovej práce sa pri výpočte volatility použije EWMA model. Parameter λ je rovný 0.94 [2].

b) Rizikový ukazovateľ Maximum Drawdown (MDD)

Maximum Drawdown predstavuje najväčší súvislý pokles hodnoty aktíva počas sledovaného obdobia. Nech S_t je hodnota aktíva v čase t . Označme jeho aktuálne maximum M_t , teda

$$M_t = \max_{u \in (0,t)} S_u$$

Maximum Drawdown sa tak vyjadří nasledovne:

$$MDD_t = \max_{u \in (0,t)} (M_u - S_u)$$

Tento ukazovateľ je dobrým spôsobom, ako porovnať rizikovosť jednotlivých stratégií [3].

c) Rizikový ukazovateľ Time to Recovery

Time to Recovery vyjadruje čas, za ktorý sa cena aktíva vráti po *Maximum Drawdown* – e na počiatočnú hodnotu.

Pri simuláciách používam prostredie VBA (Microsoft Excel 2000). Zdrojový kód programu uvádzam v prílohe.

Keďže peňažné a zaistené fondy, ktoré používam v diplomovej práci, patria medzi podielové fondy, ponúkam aj stručnú charakteristiku týchto produktov.

1.2 Podielové fondy

Podielové fondy sa delia na :

- fondy peňažného trhu
- dlhopisové fondy
- akciové fondy
- zmiešané fondy
- fondy fondov

- špeciálne fondy
- špeciálne fondy nehnuteľností
- iné fondy

Fondy peňažného trhu

Fondy peňažného trhu investujú do cenných papierov so splatnosťou maximálne jeden rok. Zaručujú minimálne riziko s čím sú však spojené aj nižšie výnosy.

Dlhopisové fondy

Dlhopisové fondy sú vhodné pre ľudí, ktorí chcú investovať na minimálne jeden rok. Ako aktívum sa používajú dlhopisy denominované v rôznych menách.

Akciové fondy

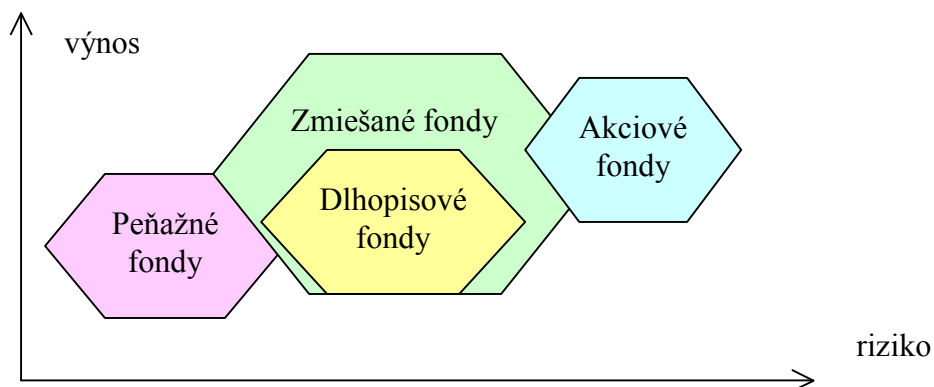
Akciové fondy predstavujú najrizikovejší druh fondov, potencionálne však najvýnosnejší. Zaujímavé zhodnotenie ponúkajú pri dlhodobej investícii.

Zmiešané fondy

Zmiešané fondy sú kombináciou investovania do vyššie uvedených aktív. Ponúkajú stredné výnosy pri strednom riziku, investičný horizont by mal byť aspoň trojročný.

Fondy fondov (strešné fondy)

Fondy fondov nakupujú podielové listy a akcie iných investičných fondov. Ponúkajú nízke riziko, ktoré vyplýva z diverzifikácie portfólia.



Obr. 3 Výnosnosť podielových fondov v závislosti od rizika

Špeciálne fondy

Rizikový špeciálny fond požaduje minimálnu investíciu 40-tisíc eur.

Špeciálne fondy nehnuteľností (realitné fondy)

Majetok fondu sa investuje do nehnuteľností na účely ich správy a predaja.

Iné fondy

V skupine iné fondy sú hlavne zaistené fondy, samostatnú kategóriu majú od konca roka 2005.

2. Zaistené investície

2.1 Charakteristika

Zaistené investície predstavujú zaujímavú položku na finančnom trhu. Označujú sa tiež ako garantované investície.

Predstavujú kombináciu rizikových a bezrizikových aktív. Dlhopisy v portfóliu slúžia na zaistenie sa proti strate. Akcie umožňujú profitovať z rastu trhu.

Investovanie do zaistených fondov má však aj svoje negatívne stránky. Banky sľubujú dvociferné zisky. Toto zúročenie je však uvedené na celé obdobie investície a nie je prepočítané na ročný výnos (per annum). Číslo v reklame nie je pre banku záväzné.

Reklama týchto fondov môže v mnohých prípadoch klienta zavádzať [4].

Štruktúrované produkty majú otvorené možnosti sľubovať klientom prakticky čokoľvek [5]. Skutočné výnosy budú závisieť od vývoja na trhu. Málokomu v bankovom sektore sa podarí zarobiť tak, aby naplnil prezentovaný maximálny výnos. Niektoré banky stanovili pomerne veľké číslo a nie všetky ho dokážu aj naplniť [6].

2.2 Stratégie používané pri zaistení portfólia

V nasledovnej podkapitole uvediem, ako sa tvorí portfólio za cieľom zaistiť sa. Využijú sa k tomu dva druhy investičných nástrojov :

- bezrizikové aktívum
- rizikové aktívum

Bezrizikové aktívum v portfóliu slúži na zabezpečenie sa pred výkyvmi cien na finančnom trhu. Najčastejšie ho predstavujú štátne dlhopisy. Tvorí garantovanú zložku portfólia. Rizikové aktívum umožňuje podieľať sa na raste trhu. V tejto práci ho reprezentuje finančný index Standard and Poor's Total Return 500.

Medzi najpoužívanejšie stratégie vedenia portfólia pri zaistených investíciách patrí Option Based Portfolio Insurance (OBPI). Keďže ďalej budem využívať vlastnosti *call opcií*, vysvetlím teraz tento pojem.

Call opcia je právo, nie však povinnosť, kúpiť akciu v presne určenom čase T za vopred dohodnutú expiračnú cenu K .

Option Based Portfolio Insurance (OBPI)

Stratégia OBPI bola zavedená Lelandom a Rubinsteinom v roku 1976.

Vychádzajúc zo samotného názvu metódy (OBPI = Zaistenie portfólia pomocou opcií), dôležitú úlohu tu zohrávajú opcie.

Portfólio spravované metódou OBPI môžeme vytvoriť nasledovnými dvoma spôsobmi:

- 1) nákup dlhopisu a nákup call opcie (Long Call)
- 2) nákup dlhopisu, nákup call opcie a predaj call opcie (ozn. Bullish spread)

Pri stratégii OBPI sa portfólio prerovnáva iba raz a to na začiatku investície. Vtedy sa investor rozhodne, koľko peňazí vloží na rizikové a koľko na bezrizikové aktíva. V závislosti od svojich preferencií si tak vytvorí svoje portfólio. Keďže je to jediné prerovnanie portfólia počas celej doby investície, ďalej už len čaká do doby splatnosti, ako sa situácia na trhu vyvinie.

2.3 Stratégia Long Call

Táto stratégia pozostáva z nákupu dlhopisu (bond) B a call opcií C na finančný index Standard and Poor's Total Return 500. Výhodou stratégie Long Call je obmedzenie rizika. To je dané cenou, za ktorú sa nakúpia opcie. Zisk je neobmedzený, lebo akcia môže stúpnuť ľubovoľne vysoko.

Garantovanú zložku portfólia predstavuje dlhopis. Opcia slúži len na predaj a teda možný zisk navyše. Dlhopis tvorí prevažnú časť portfólia. Na celkovej hodnote

investície sa podieľa 85 - 90 percentami. Toto percentuálne vyjadrenie nie je definitívne, závisí od aktuálnej výšky úrokových sadzieb.

Pri stratégii Long - Call sa portfólio prerovnáva iba raz a to na začiatku investície. V dobe splatnosti investor vstúpi na trh druhý a zároveň poslednýkrát, aby obdržal výplatu. Vtedy môže nastať jeden z nasledujúcich prípadov:

- a) cena finančného indexu stúpla
- b) cena finančného indexu klesla

a) cena finančného indexu stúpla

Garantovanú zložku portfólia tvorí dlhopis. Ten v dobe splatnosti vyplatí investorovi nominálnu hodnotu. Call opcie tu nedržíme za cieľom uplatnenia, ale kvôli možnosti predaja. Ak trh porastie, ceny akcií a príslušné opcie sa tiež zhodnotia. Vtedy sa opcie výhodne predajú a investor profituje.

b) cena finančného indexu poklesne

Opačný scenár nastane, ak hodnota akcie v dobe splatnosti poklesne. Teraz by investor uplatnením call opcie prerobil. Preto jeho výplata pozostáva len z nominálnej ceny dlhopisu K .

V oboch prípadoch sa v dobe splatnosti určite obdrží hodnota K .

Príklad 1

Hodnota dlhopisu s nominálnou hodnotou 100 má trhovú cenu 90. Preto investor vloží 90 na dlhopis a za zvyšných 10 nakúpi call opcie s expiračnou cenou $K = 100$. Počká do doby splatnosti a pozrie sa, či cena akcie stúpla alebo klesla. Ak cena akcie narastla, stúpla aj cena príslušnej call opcie.

Preto,

- ak cena akcie porastie na 150, call opcie porastú na 35 a dajú sa výhodne predať, dlhopis vynesie istých 100

$$V_T = 100 + 35 = 135$$

- ak cena akcie klesne na 95, call opcie stratia na cene a nikto na trhu ich neodkúpi, dlhopis má hodnotu 100,

$$V_T = 100 + 0 = 100$$

Matematický model

Vyjadrené matematicky, táto metóda OBPI pozostáva z nákupu dlhopisu s nominálnou hodnotou K a nákupu európskych call opcií s expiračnou cenou K . Bezrizikové aktívum B sa vyvíja nasledovne

$$dB_t = rB_t dt$$

kde r označuje deterministickú úrokovú mieru.

Dynamika trhovej hodnoty rizikového aktíva S je opísaná vzťahom

$$S_t [\mu d_t + \sigma dW_t]$$

kde W_t je Brownov pohyb, μ drift a σ disperzia.

Hodnota V_t^{OBPI} nami uvažovaného portfólia v čase t , $0 < t < T$ je rovná

$$V_t^{OBPI} = Ke^{-r(T-t)} + C(t, S_t, K),$$

kde $C(t, S_t, K)$ je hodnota call opcie vyjadrené Black-Sholesovou formulou.

Platí, že hodnota portfólia je stále nad deterministickou hranicou $Ke^{-r(T-t)}$ a to nezávisle od času, v ktorom sa nachádzame. Hodnotu $Ke^{-r(T-t)}$ možno označiť za deterministickú vďaka tomu, že expiračná cena aj úroková miera sú vopred známe.

Hodnota portfólia V^{OBPI} je v čase maturity rovná

$$V^{OBPI} = K + (S_T - K)^+$$

Ako tu možno vidieť, zaistenie investície v čase maturity je zhodné s expiračnou cenou K . Táto hodnota sa často stanoví ako percentuálny podiel p počiatkovej investície V_0 . Z toho vyplýva, že

$$pV_0 = p(Ke^{-rT} + C(O, S_0, K)) = K.$$

Zaručená návratnosť K je rastúcou funkciou miery p , keďže p udáva veľkosť počiatkovej investície použitej na zaistenie sumy K .

2.4 Stratégia Bullish Spread

Táto stratégia zaistených investícií pozostáva z nákupu dlhopisu (bond) B , nákupu call opcie C_1 a predaja ďalšej call opcie C_2 . Pokiaľ sa akcia nepohne silne nahor, stratégia bude zisková.

Na začiatku si investor kúpi dlhopis. Popri tom predá call opciu a zvyšné peniaze investuje do nákupu call opcie s vyššou expiračnou cenou. Čas expirácie oboch opcií je zhodný s dobou splatnosti dlhopisu. Nakúpené opcie znížia riziko z obchodu na rozdiel expiračných cien predanej a kúpenej opcie.

Stratégia Bullish spread je zameraná okrem zaistenia sa aj na zmenšenie rizika vyplývajúceho z investície. Aj tu tvorí garantovanú zložku dlhopis. Opcie sa držia len za cieľom uplatnenia. V portfóliu máme dve pozície pri call opciách - predaná call opcia na expiračnú cenu K_1 a kúpená call opcia na expiračnú cenu K_2 . Expiračná cena predanej call opcie v dobe splatnosti je vyššia ako kúpenej call opcie. Táto stratégia má tak už od začiatku horné ohraničenie výnosu, čo možno pokladať za jej nevýhodu. Na druhej strane je na začiatku investície lacnejšia. Okrem kapitálu, ktorý ostane po nákupe dlhopisu (remaining capital), sú k dispozícii aj peniaze obdržané za predanú call opciu. Množstvo kapitálu určeného na nákup call opcie a tým aj podiel na raste akcií sa tak zvýši.

Pri stratégii Bullish spread sa portfólio prerovnáva iba raz a to na začiatku investície. Potom sa čaká do doby splatnosti, ako sa situácia na trhu vyvinie.

Na konci obchodovaného obdobia tak môže nastať jeden z nasledujúcich prípadov:

- a) cena finančného indexu stúpla
- b) cena finančného indexu klesla

a) cena finančného indexu stúpla

V tomto prípade nastane podobná situácia ako pri stratégii Call. Na začiatku obchodovaného obdobia sa kúpi dlhopis s nominálnou cenou rovnou zaisteniu investície K . Ak cena akcie porastie, call opcie vynesú investorovi viac peňazí.

Pokiaľ cena akcie mierne posilní, ale stále nevystúpi k predanej call opcii, táto stratégia je výnosná.

b) cena finančného indexu klesla

Opačný scenár nastane, ak hodnota akcie S v dobe splatnosti poklesne. Teraz by sa uplatnením call opcie peniaze prerobili. Preto výplata investora je rovná nominálnej cene dlhopisu K .

Ako je vidieť, nech sa investor rozhodne pre ľubovoľnú stratégiu metódy OBPI, určite obrdží v dobe splatnosti hodnotu K . Toto číslo predstavuje hodnotu zaistenia investície.

Príklad 2

Investor si vytvorí portfólio nákupom dlhopisu s nominálnou hodnotou 100 a nákupom call opcie s expiračnou cenou 110. Za zvyšný kapitál kúpi call opciu s expiračnou cenou 100. Doba splatnosti je pri všetkých aktívach rovnaká.

Potom,

- ak cena akcie stúpne na 120, kúpenú call opciu s $K_1 = 100$ si investor uplatní,
- za druhú call opciu zaplatí dohodnutých $K_2 = 110$, dlhopis má hodnotu 100

$$V_T = 100 + (120 - 100) - (120 - 110) = 110$$

- ak cena akcie klesne na 95, call opcie sa neuplatnia, dlhopis vynesie istých 100,

$$V_T = 100 + 0 + 0 = 100$$

Matematický model

Vyjadrené matematicky, portfólio pri stratégii Bullish spread pozostáva z nákupu dlhopisu s nominálnou hodnotou K , nákupu európskych call opcií s expiračnou cenou K_1 a predaja európskych call opcií s expiračnou cenou K_2 . Pri tejto metóde sa volí $K_2 > K_1$. Bezrizikové aktívum B sa vyvíja nasledovne

$$dB_t = rB_t dt,$$

kde r označuje deterministickú úrokovú mieru.

Dynamika trhovej hodnoty rizikového aktíva S je vyjadrená vzťahom

$$dS_t = S_t [\mu dt + \sigma dW_t],$$

kde W_t je Brownov pohyb, μ drift a σ disperzia.

Hodnota V_t^{OBPI} nami uvažovaného portfólia v čase t , $0 < t < T$ je

$$V_t^{OBPI} = Ke^{-r(T-t)} + (S_t - C(t, S_t, K_1))^+ - (C(t, S_t, K_2) - S_t)^+$$

kde $C(t, S_t, K)$ je hodnota call opcie vyjadrené Black-Sholesovou formulou.

Portfólio v čase maturity má hodnotu V^{OBPI} rovnú (5)

$$V^{OBPI} = K + (S_T - K_1)^+ - (K_2 - S_T)^+$$

Z rovnice (5) vyplýva, že zaistenie investície v čase maturity je zhodné s expiračnou cenou K . Hodnota portfólia v priebehu investície je stále nad deterministickou hranicou $Ke^{-r(T-t)}$ a to nezávisle od času, v ktorom sa investor nachádza. Hodnotu $Ke^{-r(T-t)}$ možno označiť za deterministickú, lebo expiračná cena aj úroková miera sú vopred známe.

3. Analýza stratégie Long Call

Táto kapitola je zameraná na analýzu zaistených fondov riadených stratégiou Long Call a ich porovnanie s dlhopisovým a akciovým portfóliom.

3.1 Nastavenie parametrov

Uvažujme o investorovi, ktorý sa rozhodne investovať do zaistených fondov.

Na začiatku obchodovania si investor zvolí výšku vkladu, zaistenia a expiračnej ceny kúpenej call opcie. Predpokladajme počiatočnú investíciu rovnú 1 000 USD. Zaistenie bude tiež 1 000 USD. Analýza sleduje investičné horizonty jedno-, dvoj-, troj- a päťročnej dĺžky.

Stratégia Long Call pozostáva z nákupu dlhopisu B s nominálnou hodnotou vo výške zaistenia investície, teda 1 000 USD. Zvyšný kapitál sa použije na nákup call opcií. Expiračná cena finančných derivátov je:

$$K = 100 \% \cdot S$$

kde S predstavuje počiatočnú hodnotu rizikového aktíva.

Na simuláciu stratégie Long Call je použité prostredie VBA. Zdrojový kód programu uvádzam v prílohe. V ďalšej prílohe k diplomovej práci - vo formáte xls sú urobené výpočty, z ktorých v tejto analýze vychádzam.

3.2 Analýza

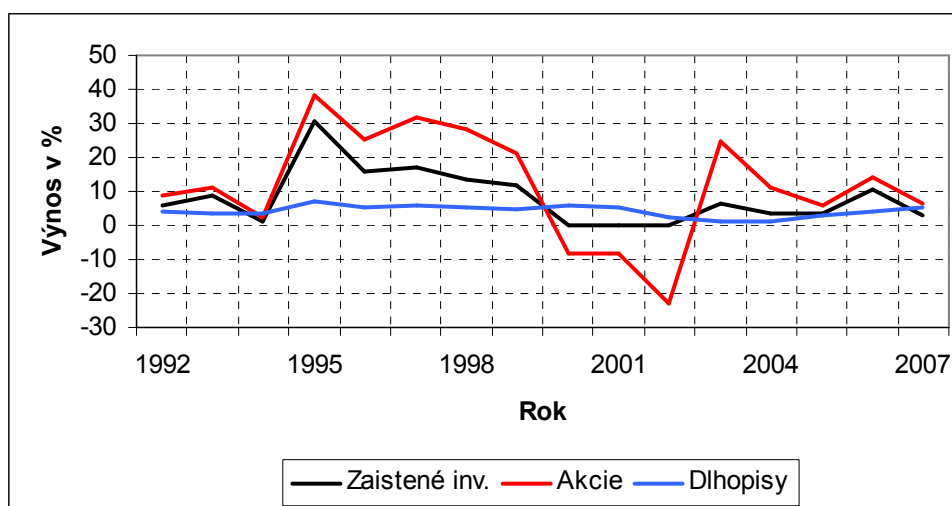
Investičný horizont 1 rok

Prvým sledovaným obdobím je jednoročný horizont.

Tab. 3 Priemerný výnos jednoročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	8,24 %
Akcie	11,86 %
Dlhopisy	4,23 %

Priemerný výnos zaistených investícií za sledované obdobie predstavuje 8,24 %, čo je dvojnásobok v porovnaní s investíciou do dlhopisu [viď Tab. 3]. Tento výsledok je zaujímavý vzhľadom k tomu, že v danom období dochádza k veľkému výkyvu cien akcií. Dá sa preto očakávať, že zaistené investície, ktoré držia v portfóliu akcie, budú nevýnosné. Zaistené fondy však v jednoročnej perióde zaznamenávajú vyšší priemerný výnos ako dlhopisové portfólio.



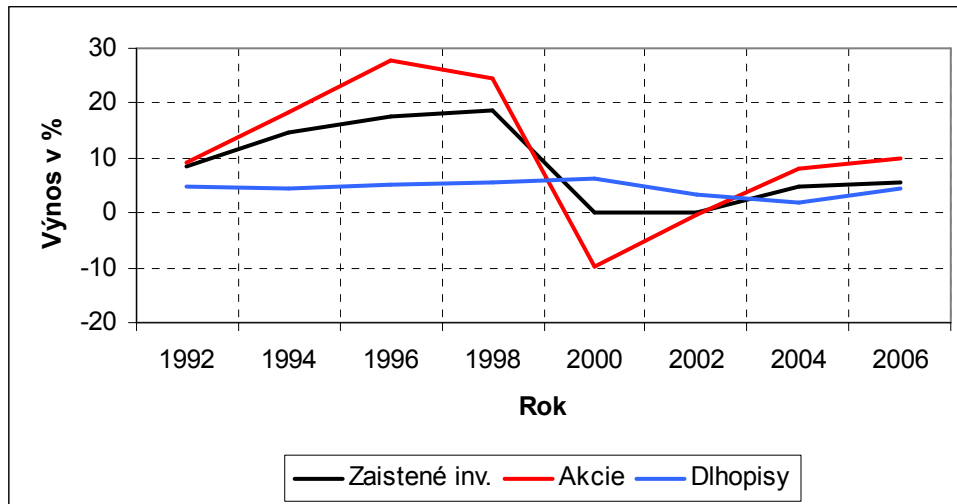
Obr. 4 Výplatný profil jednoročnej investície

V porovnaní s akciami majú štruktúrované produkty horšie výsledky. V čase negatívneho vývoja ceny akcie však, na rozdiel od akcií, nepredstavujú stratovú investíciu. Ako je možné vidieť na obrázku 4, v sledovanom období sú výnosy akcií veľmi nevyrovnané, maximálny zisk predstavuje + 38,2 %, minimálny – 22,8 %. Tak ako sa môže investovaním do rizikových akcií veľa získať, môže sa aj veľa stratiť. Akcie prinášajú v priemere o 3,62 % vyšší výnos ako zaistené investície, avšak z pohľadu investora predstavujú vysoko rizikovú investíciu. Zaistené investície v prípade negatívneho vývoja na trhu investora podržia a tým neprerobí. V prípade rastu cien akcií má možnosť získať až 30,6 % výnos.

Z jednoročného hľadiska sa preto oplatí investovať do zaistených investícií.

Investičný horizont 2 roky

Dalším investičným horizontom je dvojročná perióda.



Obr. 5 Výplatný profil dvojročnej investície

Investícia do dlhopisov zaznamenáva 4,46 % výnos. Zaistené investície ponúkajú oproti nim dvojnásobné zhodnotenie [viď Tab. 4].

Ani v tomto časovom horizonte sa neoplatí investovať čisto len do akcií. Poklesy cien akcií v rokoch 2000 - 2002 majú veľký dopad na ich konečný výsledok. Maximálny výnos predstavuje + 27,7 %, minimálny – 9,6 %. Priemerne akcie ponúkajú 10,96 % - ný zisk, čo je len o 2,26 % viac ako pri zaistených investíciách. Zaistené investície sú chránené pred nepriaznivým vývojom na trhu a preto nezaznamenávajú žiadnu stratu. Pri pozitívnom vývoji na trhu ponúkajú možnosť získať 18,8 % výnos.

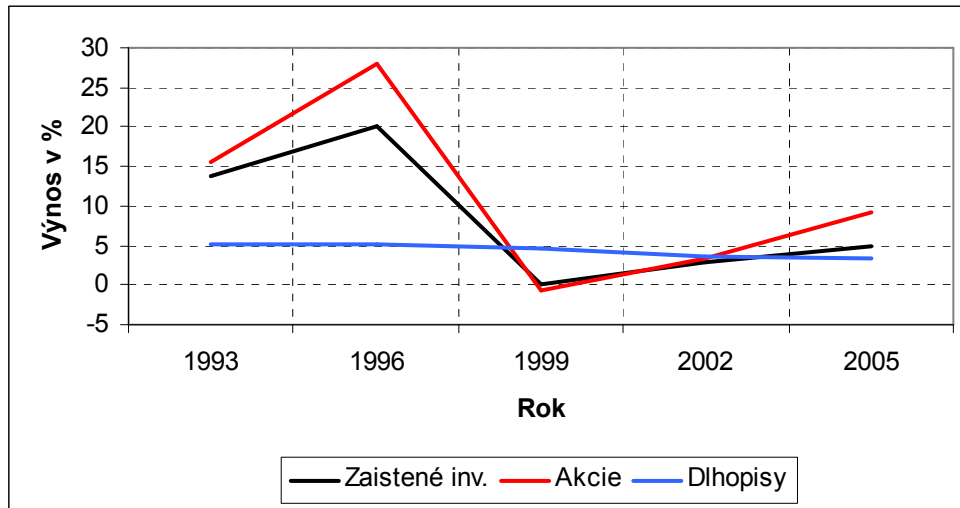
Pri dvojročnom obchodovaní predstavujú zaistené investície najlepšiu investičnú príležitosť.

Tab. 4 Priemerný výnos dvojročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	8,70 %
Akcie	10,96 %
Dlhopisy	4,46 %

Investičný horizont 3 roky

Pri trojročnej perióde je situácia iná. Výnosnosť dlhopisov predstavuje 4,37 % [viď Tab. 5]. Pri zaistených investíciách po prvýkrát klesne zisk aj na 0 %. Ich priemerný výnos však stále predstavuje dvojnásobok zhodnotenia dlhopismi. Zaistené investície tak tvoria zaujímavú investičnú príležitosť.



Obr. 6 Výplatný profil trojročnej investície

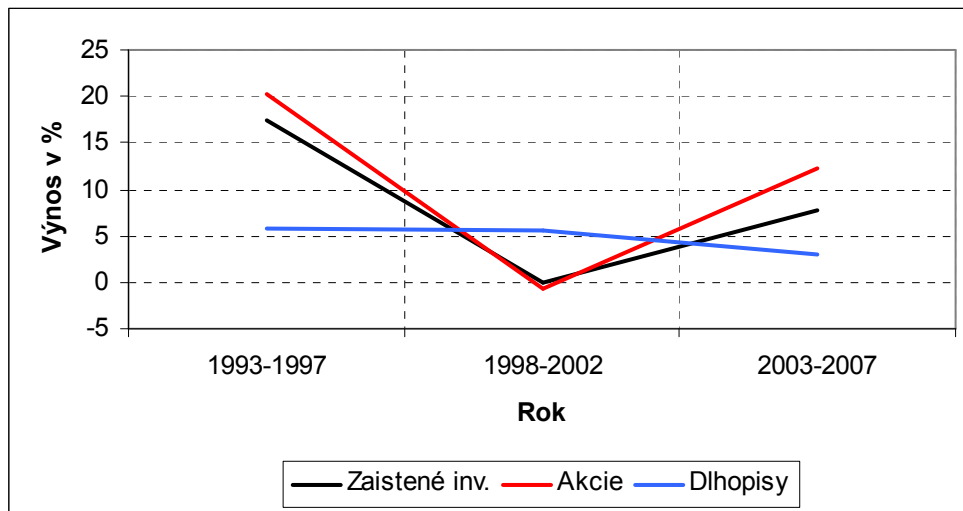
V porovnaní s akciami, akcie poskytujú ročný zisk od - 0,6 % do + 28 %. Ich priemerný výnos je o 2,76 % vyšší ako pri zaistených investíciách. Akcie však majú na rozdiel od zaistených investícií aj záporný zisk. Preto sa oplatí investovať do zaistených investícií.

Tab. 5 Priemerný výnos trojročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	8,34 %
Akcie	11,10 %
Dlhopisy	4,37 %

Investičný horizont 5 rokov

Posledným uvažovaným investičným horizontom je päťročné obdobie.



Obr. 7 Výplatný profil päťročnej investície

Dlhopisy zaznamenávajú v sledovanom období priemerný výnos 4,86 % a minimálny 3 % [vid' Tab. 6]. Pri porovnaní s rizikovými investíciami neklesne ich zisk pod 0 %.

Pri päťročnej investícii majú zaistené investície porovnateľné výsledky s výsledkami akcií [vid' Obr. 7]. V čase pozitívneho vývoja cien akcií sa zúčastňujú na ich raste. V prípade poklesu cien ponúkajú zaistené investície ochranu pred stratou. Z toho dôvodu sa pri päťročnej investícii oplatí investovať do zaistených investícií.

Tab. 6 Priemerný výnos päťročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	8,42 %
Akcie	10,64 %
Dlhopisy	4,86 %

3.3 Zhrnutie

Analýza zaistených investícií, dlhopisového a akciového portfólia vynesla nasledovné výsledky.

Tab. 8 Priemerný výnos (minimálny výnos) investície v % p. a.

	Investičný horizont (v rokoch)			
	1	2	3	5
Zaistené inv.	8,2 (0)	8,7 (0)	8,34 (0)	8,42 (0)
Akcie	11,86 (- 22,8)	10,96 (- 9,6)	11,10 (- 0,6)	10,64 (- 0,7)
Dlhopisy	4,23 (1,3)	4,46 (1,9)	4,37 (3,3)	4,86 (3)

Pri jedno- a dvojiročnej investícií dosiahli zaistené investície dvojnásobný výnos oproti dlhopisovému portfóliu. V porovnaní s akciami boli zaistené investície chránené pred stratou. Preto tu predstavovali najlepšiu investičnú príležitosť.

Pri troji- a päťročnej boli zaistené investície opäť výnosnejšie ako dlhopisy. Akcie ponúkali o niečo vyššie zhodnotenie kapitálu ako zaistené investície. Na druhej strane však zaznamenali v niektorých prípadoch stratu. V sledovanom období sa oplátilo vložiť peniaze do zaistených investícií.

Výsledky doterajšej analýzy sú zhrnuté v tabuľke 9. Pojem „áno“ tu predstavuje odporúčanie investovať. „Nie“, naopak, nevhodnú voľbu investície.

Tab. 9 Odporúčanie pre investora

	Investičný horizont (v rokoch)			
	1	2	3	5
Zaistené inv.	áno	áno	áno	áno
Akcie	nie	nie	nie	nie
Dlhopisy	nie	nie	áno	áno

4. Analýza stratégie Bullish Spread

Táto kapitola je venovaná analýze výsledkov zaistených investícií riadených stratégiou Bullish Spread. V rámci nej porovnam zaistené investície s akciovým a dlhopisovým portfóliom.

4.1 Nastavenie parametrov

Predpokladajme investora, ktorý sa rozhodne investovať do garantovaných investícií. Na začiatku obchodovania si zvolí výšku vstupného kapitálu a zaistenia. Nech je počiatočná hodnota investície rovná 1 000 USD. Zaistenie bude tiež 1 000 USD. Analýza sleduje investičný horizont jeden, dva, tri a päť rokov.

Portfólio riadené stratégiou Bullish Spread sa vytvorí nákupom dlhopisu s nominálnou hodnotou rovnou cieľnému výnosu, t. j. 1 000 USD. Zvyšný kapitál sa investuje do nákupu a predaja call opcií. Expiračná cena kúpenej call opcie K_1 bude :

$$K_1 = 100\% \cdot S$$

kde S je hodnota rizikového aktíva.

Voľba expiračnej ceny K_2 predanej call opcie závisí od investora.

V nasledujúcej časti preto urobím kalibráciu tohto parametra.

4.2 Kalibrácia

Kalibrácia sleduje výkonnosť stratégie zaistených fondov v závislosti od expiračnej ceny K_2 . Kalibráciu budeme robiť pre K_2 rovné 101 – 120 % z ceny rizikového aktíva. Sledovaným obdobím sú roky 1992 – 2002. Výsledky kalibrácie budú neskôr testované na perióde 2003 – 2007.

Pri jednoročnej a dvojročnej perióde je k dispozícii dostatočné množstvo dát. Pri troj- a päťročnej perióde je však situácia iná. Kalibrácia ponúka iba dva až tri koncové výsledky. Vyvodit' závery pri malom množstve dát by bolo unáhlené. Preto zisk pri troj- a päťročnej perióde bude rozdelený na jednoročné výnosy.

Pre všetky kalibrované horizonty investície bude kritériom pre výber optimálneho parametra maximálny priemerný výnos zaistenej investície r dosiahnutý na kalibračnom období.

Prvou sledovanou periódou je **obdobie jedného roka**.

Po použití kalibrácie vychádza najlepšie expiračná cena K_2 rovná 120 % z hodnoty rizikového aktíva.

Tab. 10 Výsledok prvej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 1 rok (v %)

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r	5,7	5,9	5,9	6,0	6,1	6,2	6,4	6,5	6,7	6,8

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r	7,0	7,1	7,2	7,3	7,4	7,6	7,7	7,9	8,1	8,3

Toto číslo predstavuje okrajovú hodnotu kalibrovaného parametra. Keďže funkcia výnosnosti má so zvyšujúcou sa expiračnou cenou rastúci trend, je otázne, či táto predstavuje optimálny parameter aj pri širšej škále kalibrovaných hodnôt K_2 . Ak by tomu tak bolo, museli by ju potvrdiť ďalšie kalibrácie.

Pri novej kalibrácii sa použije pravidlo

$$\frac{r_{GF}}{\sigma_{GF}^2}$$

kde r_{GF} je výnos ročných zaistených investícií a σ_{GF}^2 je ich štandardná odchýlka.

Na základe tejto kalibrácie vychádza ako optimálna expiračná cena na jednoročnom horizonte hodnota $K_2 = 102\% \cdot S$.

Tab. 11 Výsledok druhej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 1 rok

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r / σ^2	1,43	1,44	1,40	1,37	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31	1,30

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r / σ^2	1,29	1,27	1,26	1,25	1,23	1,22	1,21	1,20	1,19	1,18

Pri dvojiročnom investičnom období vychádzajú vyššie výnosy ako pri jednoročnej perióde. Najvyššie zhodnotenie vkladu sa dosiahne pri expiračnej cene $K_2 = 102\% \cdot S$.

Tab. 12 Výsledok prvej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 2 roky (v %)

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r	7,1	7,2	7,3	7,5	7,6	7,7	7,8	8,0	8,1	8,3

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r	8,5	8,6	8,8	9,0	9,2	9,4	9,6	9,8	10,0	10,1

Ako som už uviedla, na základe tejto kalibrácie sa nedá určiť optimálny parameter K_2 .

Pri novej kalibrácii sa použije pravidlo

$$\frac{r_{GF}}{\sigma_{GF}^2}$$

kde r_{GF} je výnos ročných zaistených investícií a σ_{GF}^2 je ich štandardná odchýlka.

Tab. 13 Výsledok druhej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 2 roky

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r / σ^2	4,86	4,93	5,01	5,11	5,22	5,35	5,51	5,68	5,89	6,12

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r / σ^2	6,39	6,69	7,04	7,45	7,91	8,44	9,05	9,76	10,52	9,87

Optimalita hornej okrajovej expiračnej ceny sa nepotvrdila.

Na základe týchto dvoch kalibrácií sa nepodarilo určiť najlepší parameter.

Pri tretej kalibrácii sa zameriam na rizikový ukazovateľ Maximum Drawdown [kap. 2]. Zaujímá nás pomer

$$\frac{r_{GF}}{MDD_{GF}}$$

kde r_{GF} je výnos zaistených investícií a MDD_{GF} ich Maximum Drawdown.

Najlepším parametrom tejto kalibrácie je dolný okrajový parameter $K_2 = 101\% \cdot S$.

Tab. 14 Výsledok tretej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 2 roky (v %)

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r/MDD	2,24	2,2	2,17	2,15	2,13	2,11	2,1	2,08	2,07	2,05

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r/MDD	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,04	2,05	2,06	2,08	2,07

Doterajšie kalibrácie pri dvojročnej perióde vyniesli ako najlepší parameter zakaždým rôzne hodnoty. Optimálny parameter sa tak zatiaľ nenašiel.

Pri novom pozorovaní sledujme rozdiel výnosov zaisteného fondu a bezrizikového portfólia

$$(r_{GF} - r_B)$$

kde r_{GF} je výnos ročných zaistených investícií a r_B výnos dlhopisu.

Za najlepší parameter sa zoberie expiračná cena K_2 , pri ktorej dosiahne stratégia najvyššie číslo. V rámci kalibrácie vychádza ako najvhodnejší parameter okrajová hodnota $K_2 = 120 \% \cdot S$.

Tab. 15 Výsledok štvrtej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 2 roky (v %)

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
$r_{GF} - r_B$	3,34	3,55	3,42	3,39	3,45	3,57	3,72	3,9	4,09	4,31

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
$r_{GF} - r_B$	4,53	4,78	5,03	5,3	5,58	5,87	6,17	6,48	6,81	7,14

Po predchádzajúcich kalibráciách je otázne, či táto expiračná cena predstavuje optimálny parameter.

Preto použijem ďalšiu kalibráciu, kde sledujem maximálnu hodnotu pomeru

$$\frac{r_{GF}}{\sigma_{GF}}$$

kde σ_{GF} je variancia ročného výnosu stratégie.

V tejto kalibrácii vychádza ako najlepší parameter horná okrajová hodnota K_2 .

Tab. 16 Výsledok piatej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 2 roky

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r / σ	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33	0,33

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r / σ	0,34	0,34	0,34	0,34	0,34	0,35	0,35	0,35	0,3558	0,3560

Z hľadiska dvojročnej investície vyšla v troch kalibráciách ako optimálna hodnota expiračná cena $K_2 = 120 \% \cdot S$.

Táto hodnota predstavuje najlepšiu voľbu parametra K_2 pri dvojročných investíciách.

Pri trojročnej perióde sa použije kalibračné kritérium maximálneho výnosu stratégie. Najvyššie zhodnotenie zaznamenáva stratégia s okrajovou expiračnou cenou K_2 .

Tab. 17 Výsledok prvej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 3 roky (v %)

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r	6,2	6,3	6,3	6,3	6,4	6,6	6,7	6,9	7,1	7,3

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r	7,5	7,7	7,8	8	8,2	8,4	8,6	8,8	9	9,1

Najvyššie zhodnotenie zaznamenáva stratégia s okrajovou expiračnou cenou K_2 . Ako som uviedla vyššie, na základe tejto kalibrácie sa nedá určiť optimálny parameter.

Preto ďalším pravidlom pre kalibráciu bude

$$\frac{r_{GF}}{\sigma_{GF}^2}$$

kde r_{GF} je výnos ročných zaistených investícií a σ_{GF}^2 je ich štandardná odchýlka.

Tab. 18 Výsledok druhej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 3 roky

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r / σ^2	1,59	1,6	1,54	1,49	1,46	1,44	1,42	1,42	1,41	1,4

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r / σ^2	1,4	1,39	1,38	1,37	1,36	1,35	1,34	1,33	1,32	1,31

Týmto spôsobom vyjde najlepšie parameter $K_2 = 102 \% \cdot S$.

Na základe tejto kalibrácie vychádza ako optimálny parameter trojročnej investície expiračná hodnota K_2 rovná 102 % z hodnoty rizikového aktíva.

Posledným sledovaným obdobím je **investičný horizont päťročnej dĺžky**. Pri hľadaní vhodnej expiračnej ceny predanej call opcie je použité pravidlo najvyššieho výnosu stratégie. Tak ako pri väčšine doterajších kalibrácií, aj v tejto vychádza horná okrajová hodnota K_2 ako najlepší parameter.

Tab. 19 Výsledok prvej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 5 rokov (v %)

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r	5,5	5,7	5,7	5,7	5,8	5,9	6	6,2	6,4	6,6

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r	6,8	6,9	7	7,2	7,3	7,5	7,7	7,9	8,1	8,2

Ako už bolo spomenuté, na základe jednej kalibrácie nemožno považovať okrajovú hodnotu za optimálnu.

Pri novej kalibrácii sa sleduje pomer

$$\frac{r_{GF}}{\sigma_{GF}^2}$$

Najlepšie výsledky vychádzajú pri expiračnej cene $K_2 = 102 \% \cdot S$.

Tab. 20 Výsledok druhej kalibrácie K_2 v investičnom horizonte 5 rokov

K_2 v % z S	101	102	103	104	105	106	107	108	109	110
r / σ^2	1,337	1,342	1,31	1,27	1,25	1,24	1,23	1,22	1,21	1,21

K_2 v % z S	111	112	113	114	115	116	117	118	119	120
r / σ^2	1,21	1,2	1,19	1,19	1,18	1,17	1,16	1,16	1,15	1,15

V testovacom období tak použijem ako expiračnú cenu túto nakalibrovanú hodnotu $K_2 = 102 \% \cdot S$

Kalibrácie expiračnej ceny K_2 stratégie Bullish Spread pre rôzne horizonty mali nasledovné výsledky:

Pri jedno-, dvoj- a trojročnej investícii vyšla ako optimálna expiračná cena K_2 hodnota 102 % z ceny rizikového aktíva. Z hľadiska dvojročnej investície bol najlepší parameter rovný 120 % z ceny aktíva .

Výsledky kalibrácie sú zhrnuté v tabuľke 21.

Tab. 21 Konečné výsledky kalibrácií

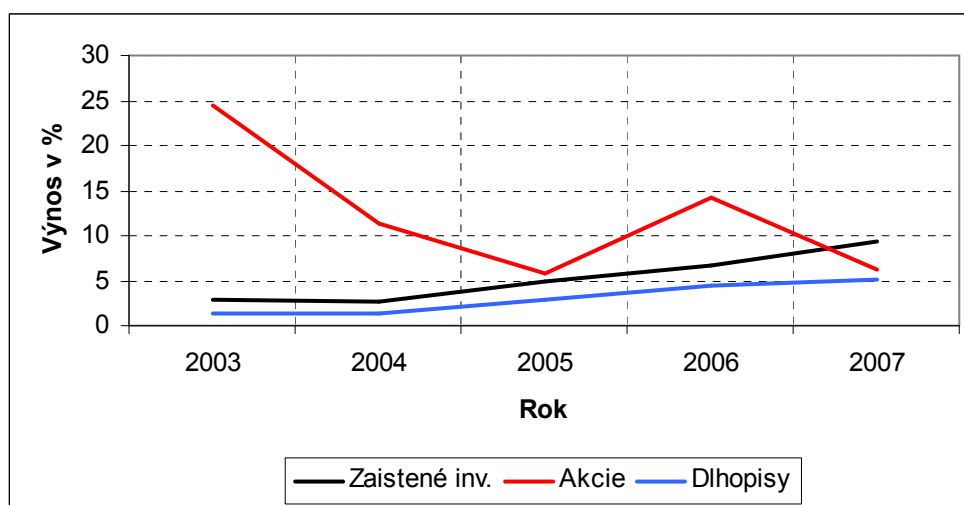
Investičný horizont (v rokoch)	1	2	3	5
Nakalibr. parameter	102 %	120 %	102 %	102 %

4.3 Analýza

Výsledky kalibrácie sa budú teraz aplikovať na testovacom období 2003 - 2007. Analýza je zameraná na porovnanie zaistených fondov riadených stratégiou Bullish Spread a s dlhopisovým a akciovým portfóliom.

Investičný horizont 1 rok

Prvým sledovaným obdobím je obdobie jedného roka.



Obr. 8 Výplatný profil jednoročnej investície

Dlhopisy ponúkajú priemerný výnos 2,98 %. V porovnaní s nimi zaistené investície vynášajú v každom roku vyššie výnosy, priemerne 5,25 % [viď Tab. 22].

Akcie na jednej strane nezaznamenávajú v testovacom období výrazný pokles. Ich výnosy sú takmer v každom roku vyššie ako pri zaistených investíciách, priemerne 12,44 %. Na strane druhej však predstavujú rizikovú investíciu. Medziročný výnos akcií tvoril maximálne +24,5 %, minimálne -13,1 %. Pre porovnanie, zisk zo zaistených investícií nikdy neklesol pod 0 %.

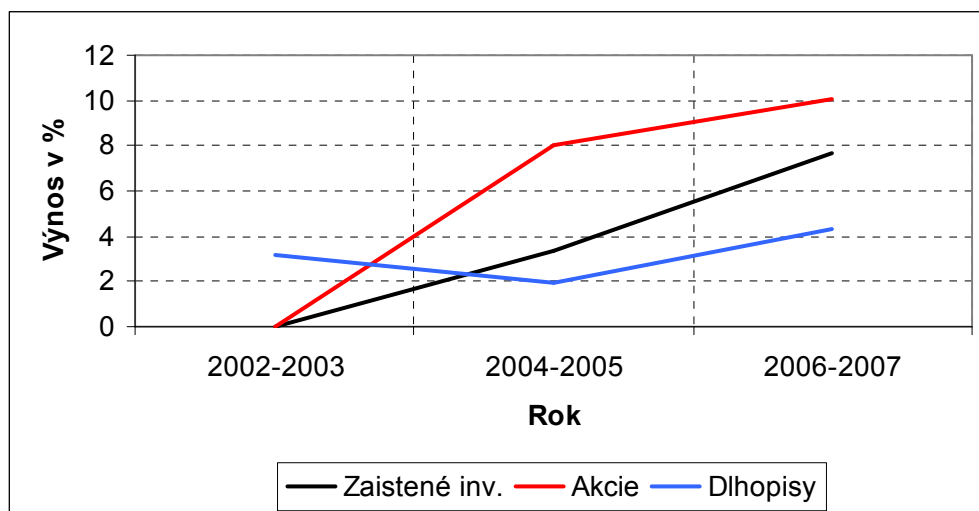
Tab. 22 Priemerný výnos jednoročných investícií

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	5,25%
Akcie	12,44%
Dlhopisy	2,98%

Voľba optimálnej stratégie pri jednoročnej stratégii závisí od preferencií investora. Ak má sklon riskovať, odporúča sa mu investovať do akcií. Ak nie, oplatí sa mu vložiť kapitál do zaistených investícií.

Investičný horizont 2 roky

Pri dvojiročnom horizonte ponúkajú zaistené investície 3,7 % , čo je o 0,5 % vyšší výnos ako pri dlhopisoch [vid' Tab. 23].



Obr. 9 Ročný výnos dvojiročnej investície

V sledovanom období dosiahli najlepšie výsledky akcie. Ich priemerný výnos predstavoval 6 %. Akcie ponúkli medziročný zisk od -0,3 % do +10,1 %.

Rast cien akcií sa premietol aj do výsledkov zaistených investícií. Pri zaistených investíciách obdrží investor okrem zaistenia aj výnos z participácie na raste akcií. Ich priemerný výnos tak tvoril 3,7 %.

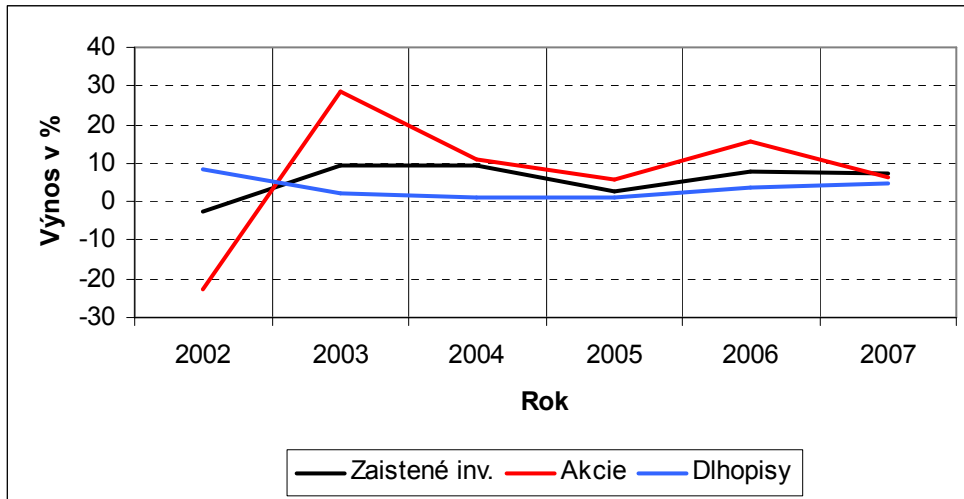
Tab. 23 Priemerný výnos dvojiročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	3,7 %
Akcie	6,0 %
Dlhopisy	3,2 %

Pre investorov obľubujúcich riziko predstavovali akcie vhodnú voľbu. Pre ostatných bolo lepšie vložiť peniaze do zaistených investícií.

Investičný horizont 3 roky

Pri troj- a päťročnom horizonte sú z dôvodu malému množstvu výsledných dát konečné výnosy rozdelené na jednorôčné výnosy.



Obr. 10 Ročný výnos trojročnej investície

Zaistené investície tu ponúkajú 5,61 % výnos, oproti nim dlhopisové portfólio 3,5 %. Ani jedna stratégia neprináša záporný zisk. Z pohľadu investora tu akcie predstavujú rizikovú investíciu. Ročný výnos pri nich vychádza minimálne -22,56 %, maximálne +28,68 %. Okrem toho akcie zaznamenávajú len o 0,72 % vyššie zhodnotenie ako zaistené investície.

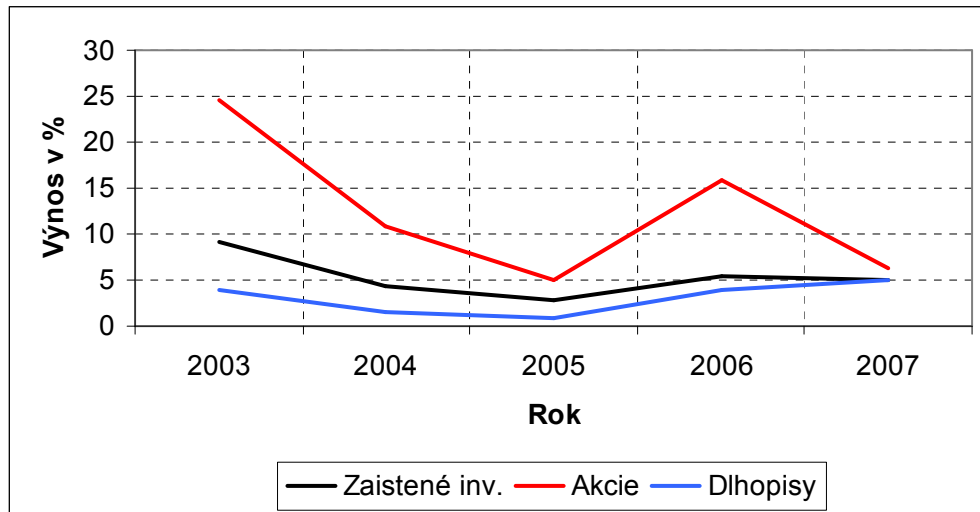
Tab. 24 Priemerný výnos trojročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	5,6 %
Akcie	6,3 %
Dlhopisy	3,5 %

Pri trojročnej investícii sa tak oplatí investovať do zaistených investícií.

Investičný horizont 5 rokov

Posledným sledovaným obdobím je horizont piatich rokov.



Obr. 11 Ročný výnos päťročnej investície

Najmenej výnosnú investíciu tu predstavujú dlhopisy. Zaznamenávajú priemerný výnos len 3 %. Ročný zisk zaistených investícií sa pohybuje od 2,87 % do 9,13 %. Akcie v uvažovanej perióde zaznamenali len kladný zisk. Ich minimálny výnos predstavoval 4,91 %. V každom roku ponúkajú vyšší výnos ako zvyšné dve investície. Akcie tak predstavujú najvýnosnejšiu stratégiu. Ich minimálny výnos však nie je zaručený, medziročný zisk predstavuje +24,54 % a minimálny -9,57%. Preto závisí od preferencií investora, ktorú z rizikových investícií si vyberie.

Tab. 25 Priemerný výnos päťročných investícií (p. a.)

	Priemerný výnos
Zaistené inv.	5,4 %
Akcie	12,3 %
Dlhopisy	3,0 %

4.4 Zhrnutie

Analýza zaistených investícií, dlhopisového a akciového portfólia dosiahla zaujímavé výsledky.

Tab. 26 Priemerný výnos (minimálny výnos) investície v % p.a. Pri troj – a päťročnej investícii sú použité priebežné jednorôčné výnosy

	Investičný horizont (v rokoch)			
	1	2	3	5
Zaistené inv.	5,25 (2,6)	3,7 (0)	5,6 (- 2,56)	5,4 (2,87)
Akcie	12,44 (5,8)	6 (- 0,28)	6,3 (- 22,56)	12,3 (4,91)
Dlhopisy	2,98 (1,3)	3,2 (1,94)	3,5 (1,02)	3 (0,96)

V jedno-, dvoj- a päťročnom investičnom období ponúkali zaistené investície riadené stratégiou Bullish Spread lepšie výsledky ako dlhopisy. V porovnaní s akciami dosiahli menší výnos. Ani raz ich zisk neklesol pod 0 %. Preto sa investorom obľubujúcim riziko oplátilo vložiť peniaze do akcií, ostatní uspeli investovaním do zaistených investícií.

Pri trojročnej investícii ponúkli dlhopisy opäť nízke výnosy. Akcie na jednej strane zaznamenali lepšie výsledky ako zaistené investície, na strane druhej však prestavovali rizikovú investíciu. Vhodnú stratégiu tu tvorili zaistené investície.

Výsledky doterajšej analýzy sú zhrnuté v tabuľke 27. Pojem „áno“ tu predstavuje odporúčanie investovať. „Nie“, naopak, nevhodnú voľbu investície.

Tab. 27 Odporúčanie pre investíciu

	Investičný horizont (v rokoch)			
	1	2	3	5
Zaistené inv.	áno	áno	áno	áno
Akcie	áno	áno	nie	áno
Dlhopisy	nie	nie	nie	nie

4.5 Optimalita

V predchádzajúcej analýze som využívala pri zaistenom portfóliu nakalibrovanú hodnotu expiračnej ceny K_2 . Nasledovné vyhodnotenie sleduje výnos zaistených

investícií s nakalibrovanou expiračnou cenou K_2 a porovnáva ho s ostatnými expiračnými cenami 101 – 120 % z hodnoty rizikového aktíva. Porovnanie sa robí na testovacom období v rokoch 2003 – 2007.

V jednoročnom investičnom horizonte vychádza najvyšší výnos pri stratégii s expiračnou cenou

$$K_2 = 106\% \cdot S$$

kde S je hodnota rizikového aktíva.

Maximálny výnos zaistených investícií tu predstavuje 6 %. Stratégia Bullish Spread s nakalibrovanou hodnotou

$$K_2 = 102\% \cdot S$$

ponúka výnos 5,3 % [viď Tab.]. Táto hodnota tvorí 88 % zhodnotenia pre použitie optimálneho parametra.

Pri dvojiročnej perióde vychádza najvyšší výnos pri hornej okrajovej hodnote parametra

$$K_2 = 120\% \cdot S$$

Toto číslo je totožné s nakalibrovanou hodnotou. Dosiadnutý výnos predstavuje maximálne možné zhodnotenie vkladu pri stratégii Bullish Spread. Kalibrácia bola úspešná na 100 %.

Pri troj- a päťročnej investícii predstavuje najvyšší výnos stratégia s parametrom $K_2 = 112\% \cdot S$

Nakalibrovaná expiračná cena bola v oboch prípadoch rovná

$$K_2 = 102\% \cdot S$$

Pri trojiročnej perióde sa pomocou kalibrácie dosiahol výnos 89,8 % v porovnaní s optimálnym. Pri investícii na päť rokov 88,8 % - ná úspešnosť kalibrácie.

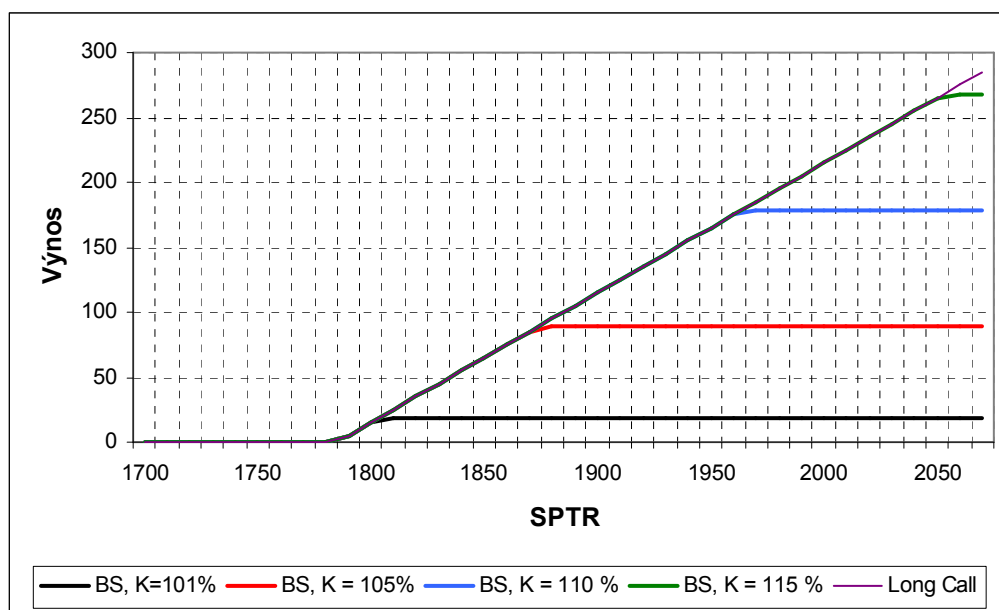
Tab. 28 Úspešnosť kalibrácie

Invest. horizont (v rokoch)	Parameter		Úspešnosť kalibrácie
	Nakalibrovaný	Optimálny	
1	102%	106%	87%
2	120%	120%	100%
3	102%	112%	90%
5	102%	112%	89%

4.6 Porovnanie stratégií Long Call a Bullish Spread

Stratégia Long Call je postavená na nákupe call opcií. Je zaujímavá svojím neohraničeným výnosom.

Stratégia Bullish Spread je založená na nákupe a predaji call opcií. Negatívom tejto stratégie je, že ponúka iba ohraničený zisk. Predajom aktíva na začiatku investície sa však získa dodatočný kapitál. Ten sa investuje do nákupu nových call opcií, čím sa zvyšuje účasť na raste akcií.



Obr. 12 Porovnanie stratégií Long Call a Bullish Spread (ozn. BS) s rôznymi expiračnými cenami K_2

Pri analýze som porovnávala výsledky zaistených investícií, dlhopisového a akciového portfólia. Zaistené investície boli riadené postupne stratégiami Long Call a Bullish Spread.

Teraz ma zaujímavé porovnanie týchto stratégií navzájom. Porovnanie urobím na testovacom období 2003 – 2007. Keďže zaistené investície sa osvedčili v každom investičnom horizonte, porovnanie bude pre jedno-, dvoj-, troj- i päťročnú periódu.

Pri jednoročnej investícii ponúkajú zaistené investície riadené stratégiou Long Call výnos 5,4 %, čo je o 0,15 % vyššie zhodnotenie ako pri stratégii Bullish Spread. Na druhej strane však investícia využívajúca nákup aj predaj opcií zaznamenáva v sledovanom období vyrovnané výsledky. Ani raz jej zisk neklesne na 0 %. Pri prvej sledovanej stratégii sa tak stalo viackrát. Z toho dôvodu vhodnú stratégiu pri jednoročnej investícii predstavuje Bullish Spread.

- Pri investícii na dva roky ponúka investícia so stratégiou Long Call výnos 3,4 %. Je to o 0,3 % nižší zisk ako pri použití stratégie Bullish Spread. Preto sa pri dvojročnom investičnom horizonte oplatí riadiť zaistené portfólio stratégiou Bullish Spread.
- Pri trojročnej perióde predstavuje ročný výnos zaistených investícií používajúcich stratégiu Long Call rovný 3,9 %. Oproti tomu stratégia Bullish Spread zaznamenáva zisk 5,64 %. Pri investícii na tri roky sa tak odporúča použiť stratégiu Bullish Spread.
- Posledným obdobím je investičný horizont päťročnej dĺžky. V sledovanom období dosiahli zaistené investície riadené Stratégiou Long Call ročný výnos 7,8 %. Pri stratégii Bullish Spread to predstavovalo len 5,4 %. Preto vhodnú stratégiu pri tvorbe portfólia zaistených investícií v päťročnom období predstavuje Long Call.

5. Záver

Cieľom diplomovej práce bolo určiť, pre aký investičný horizont predstavujú zaistené investície vhodnú voľbu. Za týmto účelom som použila analýzu výnosnosti a rizikovosti zaistených investícií, akcií a dlhopisov. Využila som pri tom dve stratégie riadenia portfólia zaistených investícií. Prvú z nich predstavovala stratégia Long Call. Na základe analýzy sa odplatí investovať do zaistených investícií riadených touto stratégiou na 1 – 2 roky [kap. 3.6].

Pri následnej analýze sa sledovali výsledky zaistených investícií riadených druhou stratégiou Bullish Spread. Keďže táto stratégia využíva nový parameter, pred analýzou bolo potrebné urobiť jeho kalibráciu [kap. 4.2]. Pri investičnom horizonte dva roky sa výsledok získal až po piatich kalibráciách. Ako sa neskôr ukázalo, výsledné kalibrácie boli úspešné na 91,5 % [kap. 4.5]. Z analýzy využívajúcej nakalibrované dáta vyplynulo, že garantované investície so stratégiou Bullish Spread predstavujú zaujímavú investičnú príležitosť pri všetkých sledovaných investičných obdobiach [kap. 4.4].

Naposledy som vzájomne porovnala výsledky stratégií Long Call a Bullish Spread [kap. 4.6]. Pri investícii na jedno-, dvoj- a trojročné obdobie vyšla lepšie stratégia Bullish Spread. Vhodnú stratégiu pri päťročnom období predstavovala stratégia Long Call.

Záverom teda možno konštatovať, že zaistené investície majú svoje opodstatnené miesto na finančnom trhu. Pri vhodnej voľbe stratégie poskytujú okrem zaručeného výnosu aj možnosť podieľať sa na raste trhu.

Literatúra

- [1] Economic Data – FRED. ECONOMIC RESEARCH, FEDERAL RESERVE BANK of ST. LOUIS. <http://research.stlouisfed.org/fred2/>
- [2] HULL, J. C. *Options, Futures, and Other Derivatives* [Opcie, futurity a iné deriváty]. Prentice Hall. 1999. 4. vydanie. s. 169 - 172
- [3] <http://www.confidentstrategies.com/maximum-drawdown.htm>
- [4] *Zaistené fondy sľubujú veľa, zaručujú málo.* 15.3.2007. PRAVDA.
http://tvojepeniaze.pravda.sk/sk_pludia.asp?c=A070315_081058_sk_pludia_p01
- [5] *Peňažné fondy príjemne prekvapia.* 14.8.2006. PRAVDA.
http://tvojepeniaze.pravda.sk/sk_pakcie.asp?c=A060814_134111_sk_pakcie_p01
- [6] *Čo garantujú zaručené investície?* 12.4.2006. PRAVDA, príloha Financie.

Príloha

Nasledovný program je použitý na kalibráciu parametrov, analýzu používaných stratégií a simuláciu vývoja dlhopisov a akcií.

Obsahuje moduly :

- Calibration
- DateFunctions
- FinancialFunctions
- RiskReturnChar
- Simulations
- VolatilityAnalysis
- FREDDownload

Module Calibration

Sub Calibration()

Dim FromDate As Range

Set FromDate = ThisWorkbook.Names("From").RefersToRange

Dim ToDate As Range

Set ToDate = ThisWorkbook.Names("To").RefersToRange

Dim LowerStrike As Range

Set LowerStrike = ThisWorkbook.Names("LowerStrike").RefersToRange

Dim ReturnRange As Range

Set ReturnRange = ThisWorkbook.Names("RecalibReturn").RefersToRange

Dim StartDate As Range

Set StartDate = ThisWorkbook.Names("StartDate").RefersToRange

Dim EndDate As Range


```

Set EndDate = ThisWorkbook.Names("EndDate").RefersToRange
Dim StrikePerc As Range
Set StrikePerc = ThisWorkbook.Names("CallStrikeLower").RefersToRange
Dim CallStrikeHigher As Range
Set CallStrikeHigher =
ThisWorkbook.Names("CallStrikeHigher").RefersToRange
    Dim SimOBPISoldCallStrike As Range
    Set SimOBPISoldCallStrike =
ThisWorkbook.Names("UpperStrike").RefersToRange
    Dim StrategyType As Range
    Set StrategyType = ThisWorkbook.Names("StrategyType").RefersToRange
    Dim SimOBPIStrategyType As Range
    Set SimOBPIStrategyType =
ThisWorkbook.Names("RecalibStrategy").RefersToRange
    Dim OBPIResults As Range
    Set OBPIResults = ThisWorkbook.Names("OBPIFundResult").RefersToRange
    Dim RowsCount
    Dim CallStrike2

ReturnRange.Range("A2:Z10000").ClearContents
RowsCount = GetLastNonEmpty(FromDate).Row - FromDate.Row
StrategyType = SimOBPIStrategyType

For i = 1 To RowsCount
    StrategyType = SimOBPIStrategyType
    StartDate = FromDate.Offset(i, 0)
    EndDate = ToDate.Offset(i, 0)
    StrikePerc = LowerStrike.Offset(0, 1)

    For k = 0 To 19
        CallStrikeHigher = SimOBPISoldCallStrike.Offset(1, k)
        CalculateReturnHistory (CallStrikeHigher)
        ReturnRange.Offset(i, k) = (OBPIResults(1, 3))
    Next k

```

```

        FromDate.Offset(i, 0) = StartDate
        ToDate.Offset(i, 0) = EndDate
    Next i

End Sub

Sub CalculateReturnHistory(CallStrikeHigher)

    Application.Calculation = xlCalculationManual
    Dim StartDate As Range
    Set StartDate = Range(ThisWorkbook.Names("StartDate").RefersTo)
    Dim EndDate As Range
    Set EndDate = Range(ThisWorkbook.Names("EndDate").RefersTo)
    Dim InputData As Range
    Set InputData = Range(ThisWorkbook.Names("InputData").RefersTo)
    Dim Output As Range
    Set Output = Range(ThisWorkbook.Names("Output").RefersTo)
    Dim NCallsBought As Range
    Set NCallsBought = Range(ThisWorkbook.Names("NCallsBought").RefersTo)
    Dim ZCPrice As Range
    Set ZCPrice = Range(ThisWorkbook.Names("ZCPrice").RefersTo)
    Dim FreeCash As Range
    Set FreeCash = Range(ThisWorkbook.Names("FreeCash").RefersTo)
    Dim StartIndexValue As Range
    Set StartIndexValue =
Range(ThisWorkbook.Names("StartIndexValue").RefersTo)
    Dim StrikeAbs As Range
    Set StrikeAbs = Range(ThisWorkbook.Names("StrikeAbs").RefersTo)
    Dim CallPriceRange As Range
    Set CallPriceRange =
Range(ThisWorkbook.Names("CallPriceRange").RefersTo)
    Dim StrategyType As Range

```

```

Set StrategyType = Range(ThisWorkbook.Names("StrategyType").RefersTo)
Dim ActRow, MyBondPrice, StartingCapital, MyCallPrice1, MyCallPrice2,
MyPutPrice, CallMinusPut, PutsCount, CallsCount1, CallsCount2,
RemainingCapital As Double
    Dim StartRow, EndRow, s, Strike, Sigma, r, CallStrike1, CallStrike2, PutStrike
As Double
    Dim OutputRow, PtfValue As Double
    Dim t As Double
    Dim DateFound As Boolean

' Zmazanie predchadzajuceho vystupu
Output.Offset(1, 0).Range("A1:AA30000").ClearContents

' V InputData najdeme StartDate a EndDate

' Hladanie StartRow
DateFound = False
ActRow = 0
Do While Not (DateFound)
    ActRow = ActRow + 1
    If StartDate.Value <= InputData.Cells(ActRow, 1).Value Then
        DateFound = True
    End If
Loop
StartRow = ActRow

' Hladanie EndRow
DateFound = False
Do While Not (DateFound)
    ActRow = ActRow + 1
    If EndDate = InputData.Cells(ActRow, 1).Value Then
        DateFound = True
    End If
    If EndDate < InputData.Cells(ActRow, 1).Value Then

```

```

    DateFound = True
    ActRow = ActRow - 1
End If

Loop
EndRow = ActRow

StartDate = InputData(StartRow, 1)
EndDate = InputData(EndRow, 1)

' Konstrukcia portfolia
StartingCapital = 1000
t = (EndDate - StartDate) / 365
MyBondPrice = ZeroCouponBondPrice(t, StartingCapital,
Range(InputData.Cells(StartRow, 2), InputData.Cells(StartRow, 9)))
RemainingCapital = StartingCapital - MyBondPrice
s = InputData.Cells(StartRow, 10)
CallStrike1 = s * ThisWorkbook.Names("LowerStrike").RefersToRange.Value
CallStrike2 = s * CallStrikeHigher
r = GetRate(t, Range(InputData.Cells(StartRow, 2), InputData.Cells(StartRow,
9)))
Sigma = VolatilityCount(StartDate, EndDate, 4504)

' Portfolio zlozene len z bondu
Dim RFptfBondsCount, RFptfValue
RFptfBondsCount = StartingCapital / MyBondPrice

Select Case StrategyType
    Case "Bond + Call"
        MyCallPrice1 = FinancialFunctions.CallPrice(s, CallStrike1, Sigma, r, t)
        CallsCount1 = RemainingCapital / MyCallPrice1
        CallsCount2 = 0
    Case "Bond + Call - Call"
        MyCallPrice1 = FinancialFunctions.CallPrice(s, CallStrike1, Sigma, r, t)
        MyCallPrice2 = FinancialFunctions.CallPrice(s, CallStrike2, Sigma, r, t)

```

$\text{CallsCount1} = \text{RemainingCapital} / (\text{MyCallPrice1} - \text{MyCallPrice2})$

$\text{CallsCount2} = -\text{CallsCount1}$

End Select

$\text{NCallsBought.Value} = \text{CallsCount1}$

$\text{ZCPrice.Value} = \text{MyBondPrice}$

$\text{FreeCash.Value} = \text{RemainingCapital}$

$\text{StartIndexValue} = s$

$\text{StrikeAbs.Value} = \text{Strike}$

$\text{CallPriceRange} = \text{MyCallPrice1}$

For ActRow = StartRow To EndRow

$\text{OutputRow} = \text{ActRow} - \text{StartRow} + 1$

$s = \text{InputData.Cells}(\text{ActRow}, 10)$

$t = (\text{EndDate} - \text{InputData.Cells}(\text{ActRow}, 1).\text{Value}) / 365$

$r = \text{GetRate}(t, \text{Range}(\text{InputData.Cells}(\text{ActRow}, 2), \text{InputData.Cells}(\text{ActRow}, 9)))$

$\text{MyBondPrice} = \text{ZeroCouponBondPrice}(t, \text{StartingCapital}, \text{Range}(\text{InputData.Cells}(\text{ActRow}, 2), \text{InputData.Cells}(\text{ActRow}, 9)))$

Select Case StrategyType

Case "Bond + Call"

$\text{MyCallPrice1} = \text{CallPrice}(s, \text{CallStrike1}, \text{Sigma}, r, t)$

$\text{MyCallPrice2} = 0$

Case "Bond + Call - Call"

$\text{MyCallPrice1} = \text{CallPrice}(s, \text{CallStrike1}, \text{Sigma}, r, t)$

$\text{MyCallPrice2} = \text{CallPrice}(s, \text{CallStrike2}, \text{Sigma}, r, t)$

End Select

$\text{PtfValue} = \text{MyBondPrice} + \text{MyCallPrice1} * \text{CallsCount1} + \text{MyCallPrice2} * \text{CallsCount2}$

```

' Portfolio zložene len z bondu
RFPtfValue = RFPtfBondsCount * MyBondPrice

Output.Offset(OutputRow, 0).Value = InputData.Cells(ActRow, 1).Value
Output.Offset(OutputRow, 1).Value = PtfValue
Output.Offset(OutputRow, 2).Value = s
Output.Offset(OutputRow, 3).Value = RFPtfValue
Output.Offset(OutputRow, 4).Value = MyCallPrice1 * CallsCount1 +
MyCallPrice2 * CallsCount2
Output.Offset(OutputRow, 5).Value = MyBondPrice
Output.Offset(OutputRow, 6).Value = MyCallPrice1

If OutputRow = 1 Then
    Output.Offset(OutputRow, 7).Formula = "=RC[-6]"
Else
    Output.Offset(OutputRow, 7).FormulaR1C1 = "=R[-1]C*RC[-4]/R[-1]C[-
4]"
    Output.Offset(OutputRow - 1, 8).FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]/RC[-7]-1"
    Output.Offset(OutputRow - 1, 9).FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]/RC[-7]-1"
    Output.Offset(OutputRow - 1, 10).FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]/RC[-7]-1"
End If
Next ActRow

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
End Sub

```

Module DateFunctions

```

Function GetEndOfYear(StartDate, ScannedSeriesStart As Range, YearsToAdd)
    If Not (IsDate(StartDate)) Then
        GetEndOfYear = ""
        Exit Function
    End If

```

```

Dim EndCell As Range
Set EndCell = GetLastNonEmpty(ScannedSeriesStart)
y = Year(StartDate) + YearsToAdd
n = EndCell.Row - ScannedSeriesStart.Row
For i = 0 To n
    If Year(ScannedSeriesStart.Offset(i, 0)) > y Then
        Exit For
    End If
Next i

If Year(ScannedSeriesStart.Offset(i, 0)) > y Then
    GetEndOfYear = ScannedSeriesStart.Offset(i - 1, 0)
End If
If Year(ScannedSeriesStart.Offset(i, 0)) = y Then
    GetEndOfYear = ScannedSeriesStart.Offset(i, 0)
End If
If Year(ScannedSeriesStart.Offset(i, 0)) < y Then
    GetEndOfYear = ""
End If

End Function

```

Module FinancialFunctions

```
Function GetRate(maturity, rates As Range)
```

```
Dim t(11)
```

```
t(1) = 3 / 12
```

```
t(2) = 6 / 12
```

```
t(3) = 1
```

```
t(4) = 2
```

```
t(5) = 3
t(6) = 5
t(7) = 7
t(8) = 10
```

```
i = 1
Do While (t(i) <= maturity) And (i <= 8)
    i = i + 1
Loop
```

```
If i = 1 Then
    GetRate = rates.Cells(1, 1)
Else
    If i = 9 Then
        GetRate = rates.Cells(1, 8)
    Else
        r1 = rates.Cells(1, i - 1)
        R2 = rates.Cells(1, i)
        t1 = t(i - 1)
        t2 = t(i)
        GetRate = r1 + (R2 - r1) * (maturity - t1) / (t2 - t1)
    End If
End If
```

```
End Function
```

```
Function ZeroCouponBondPrice(maturity, nominal, rates As Range)
    r = GetRate(maturity, rates)
    ZeroCouponBondPrice = nominal * (1 / (1 + r) ^ maturity)
End Function
```

```
Function CallPrice(s, Strike, Sigma, r, t)
```

```
k = Strike
```



```

Sig = Sigma
If t > 0 Then
    d1 = (Log(s / k) + (r + Sig * Sig / 2) * t) / (Sig * t ^ 0.5)
    d2 = d1 - Sig * t ^ 0.5

    Nd1 = Application.WorksheetFunction.NormSDist(d1)
    Nd2 = Application.WorksheetFunction.NormSDist(d2)

    CallPrice = s * Nd1 - k * Exp(-r * t) * Nd2
Else
    CallPrice = Application.WorksheetFunction.Max(0, s - Strike)
End If

End Function

```

```

Function VolatilityCount(StartDate, EndDate, DataCount)

```

```

    Dim EWMA_SPTR As Range
    Set EWMA_SPTR = ThisWorkbook.Names("EWMA_SPTR").RefersToRange

    Dim EWMA_Date As Range
    Set EWMA_Date = ThisWorkbook.Names("EWMA_Date").RefersToRange
    lambda = 0.94

```

```

    For k = 1 To (DataCount)
        If EWMA_Date.Offset(k, 0) = StartDate Then
            Start = k
        End If

        If EWMA_Date.Offset(k, 0) = EndDate Then
            Ends = k
        End If
    Next k

```

```

S_0 = EWMA_SPTR.Offset(Start, 0)
s_1 = EWMA_SPTR.Offset(Start + 1, 0)

u = (s_1 / S_0) - 1
u_squared = u ^ 2
sigma_squared = u_squared

EWMA_SPTR.Offset(Start + 1, 1) = u_squared
EWMA_SPTR.Offset(Start + 1, 2) = daily_volatility

```

```

For j = (Start + 2) To (Ends)
    sigma_squared = lambda * sigma_squared + (1 - lambda) * u_squared
    S_0 = EWMA_SPTR.Offset(j - 1, 0)
    s_1 = EWMA_SPTR.Offset(j, 0)

    u = (s_1 / S_0) - 1
    u_squared = u ^ 2
    daily_volatility = sigma_squared

    EWMA_SPTR.Offset(j, 1) = u_squared
    EWMA_SPTR.Offset(j, 2) = daily_volatility
Next j

```

```

VolatilityCount = (daily_volatility ^ 0.5) * (252 ^ 0.5)
End Function

```

Module FREDDownload

```

Sub RemoveNARows()
    Range("B16").Select
    Dim r1 As Range
    Set r1 = Range("B16")

```

```

Do While r1.Offset(0, -1) <> ""
    If IsError(r1) Then
        Set r1 = r1.Offset(-1, 0)
        r1.Offset(1, 0).EntireRow.Delete
    End If
    Set r1 = r1.Offset(1, 0)
Loop

End Sub

```

Module RiskReturnChar

```

Function CalcReturn(FundIndex As Range, HistDates As Range)
    Dim LastValue As Range
    Dim FirstValue As Range
    Dim LastDate As Range
    Dim FirstDate As Range
    Dim t

    Set FirstValue = FundIndex.Range("A1")
    Set LastValue = GetLastNonEmpty(FirstValue)
    Set FirstDate = HistDates.Range("A1")
    Set LastDate = FirstDate.Offset(LastValue.Row - FirstValue.Row)

    t = (LastDate - FirstDate) / 365
    CalcReturn = (LastValue / FundIndex.Range("A1")) ^ (1 / t) - 1

End Function

```

```

Function CalcMaxDrawDown(FundIndex As Range)

```

```

Dim LastValue As Range
Dim FirstValue As Range
Dim MaxDD, ActDD, MaxValue, ActValue

Set FirstValue = FundIndex.Range("A1")
Set LastValue = GetLastNonEmpty(FirstValue)
MaxDD = 0
MaxValue = FirstValue.Value
For i = 1 To (LastValue.Row - FirstValue.Row + 1)
    ActValue = FundIndex(i, 1)
    If MaxValue < ActValue Then
        MaxValue = ActValue
    End If
    ActDD = 1 - ActValue / MaxValue
    If ActDD > MaxDD Then
        MaxDD = ActDD
    End If
Next i

CalcMaxDrawDown = MaxDD
End Function

Function CalcTimeToRecovery(FundIndex As Range)
    Dim LastValue As Range
    Dim FirstValue As Range
    Dim MaxDD, ActDD, MaxValue, ActValue, TMaxAct, TMax, TDD

    pom7 = FundIndex.Range("A1")
    Set FirstValue = FundIndex.Range("A1")
    Set LastValue = GetLastNonEmpty(FirstValue)
    MaxDD = 0
    MaxValue = FirstValue.Value
    For i = 1 To (LastValue.Row - FirstValue.Row + 1)
        ActValue = FundIndex(i, 1)

```

```

If MaxValue < ActValue Then
    MaxValue = ActValue
    TMaxAct = i
End If
ActDD = 1 - ActValue / MaxValue
If ActDD > MaxDD Then
    MaxDD = ActDD
    TDD = i
    TMax = TMaxAct
End If
Next i

For i = TDD To (LastValue.Row - FirstValue.Row + 1)
    If FundIndex(i, 1) >= MaxValue Then
        Exit For
    End If
Next i

If FundIndex(i, 1) >= MaxValue Then
    CalcTimeToRecovery = i - TMax
Else
    CalcTimeToRecovery = CStr(i - TMax) + "/Not recovered yet"
End If

End Function

Function GetLastNonEmpty(StartingRange As Range) As Range
    Dim ActRange As Range
    Set ActRange = StartingRange

    Do While ActRange <> ""
        Set ActRange = ActRange.Offset(1, 0)
    Loop

```

```
Set GetLastNonEmpty = ActRange.Offset(-1, 0)
```

```
End Function
```

Module Simulations

```
Sub MakeOBPISimulations()
```

```
Dim SimOBPIFrom As Range
```

```
Set SimOBPIFrom = ThisWorkbook.Names("SimOBPIFrom").RefersToRange
```

```
Dim SimOBPITo As Range
```

```
Set SimOBPITo = ThisWorkbook.Names("SimOBPITo").RefersToRange
```

```
Dim SimOBPIStrike As Range
```

```
Set SimOBPIStrike =
```

```
ThisWorkbook.Names("SimOBPIStrike").RefersToRange
```

```
Dim SimOBPIReturn As Range
```

```
Set SimOBPIReturn =
```

```
ThisWorkbook.Names("SimOBPIReturn").RefersToRange
```

```
Dim StartDate As Range
```

```
Set StartDate = ThisWorkbook.Names("StartDate").RefersToRange
```

```
Dim EndDate As Range
```

```
Set EndDate = ThisWorkbook.Names("EndDate").RefersToRange
```

```
Dim StrikePerc As Range
```

```
Set StrikePerc = ThisWorkbook.Names("CallStrikeLower").RefersToRange
```

```
Dim SimOBPISoldCallStrike As Range
```

```
Set SimOBPISoldCallStrike =
```

```
ThisWorkbook.Names("SimOBPISoldCallStrike").RefersToRange
```

```
Dim StrategyType As Range
```

```
Set StrategyType = ThisWorkbook.Names("StrategyType").RefersToRange
```

```
Dim SimOBPIStrategyType As Range
```

```
Set SimOBPIStrategyType =
```

```
ThisWorkbook.Names("SimOBPIStrategyType").RefersToRange
```

```
Dim OBPIResults As Range
```

```
Set OBPIResults = ThisWorkbook.Names("OBPIResults").RefersToRange
```

Dim RowsCount

SimOBPIReturn.Range("A2:Z10000").ClearContents

RowsCount = GetLastNonEmpty(SimOBPIFrom).Row - SimOBPIFrom.Row

For i = 1 To RowsCount

 StrategyType = SimOBPIStrategyType.Offset(i, 0)

 StartDate = SimOBPIFrom.Offset(i, 0)

 EndDate = SimOBPITo.Offset(i, 0)

 StrikePerc = SimOBPIStrike.Offset(i, 0)

 CallStrikeHigher = SimOBPISoldCallStrike.Offset(i, 0)

 CalculateFundHistory

 SimOBPIFrom.Offset(i, 0) = StartDate

 SimOBPITo.Offset(i, 0) = EndDate

 For j = 1 To OBPIResults.Rows.Count

 For k = 1 To 3

 SimOBPIReturn.Offset(i, 3 * (j - 1) + k - 1) = OBPIResults(j, k)

 Next k

 Next j

Next i

End Sub

Sub CalculateFundHistory()

 Application.Calculation = xlCalculationManual

 Dim StartDate As Range

 Set StartDate = Range(ThisWorkbook.Names("StartDate").RefersTo)

 Dim EndDate As Range

 Set EndDate = Range(ThisWorkbook.Names("EndDate").RefersTo)

 Dim InputData As Range

 Set InputData = Range(ThisWorkbook.Names("InputData").RefersTo)

 Dim Output As Range

```

Set Output = Range(ThisWorkbook.Names("Output").RefersTo)

Dim NCallsBought As Range
Set NCallsBought = Range(ThisWorkbook.Names("NCallsBought").RefersTo)
Dim ZCPrice As Range
Set ZCPrice = Range(ThisWorkbook.Names("ZCPrice").RefersTo)
Dim FreeCash As Range
Set FreeCash = Range(ThisWorkbook.Names("FreeCash").RefersTo)
Dim StartIndexValue As Range
Set StartIndexValue =
Range(ThisWorkbook.Names("StartIndexValue").RefersTo)
Dim StrikeAbs As Range
Set StrikeAbs = Range(ThisWorkbook.Names("StrikeAbs").RefersTo)
Dim CallPriceRange As Range
Set CallPriceRange =
Range(ThisWorkbook.Names("CallPriceRange").RefersTo)
Dim StrategyType As Range
Set StrategyType = Range(ThisWorkbook.Names("StrategyType").RefersTo)

Dim ActRow, MyBondPrice, StartingCapital, MyCallPrice1, MyCallPrice2,
MyPutPrice, CallMinusPut, PutsCount, CallsCount1, CallsCount2,
RemainingCapital As Double
Dim StartRow, EndRow, s, Strike, Sigma, r, CallStrike1, CallStrike2, PutStrike
As Double
Dim OutputRow, PtfValue As Double
Dim t As Double
Dim DateFound As Boolean

' Zmazanie predchadzajuceho vystupu
Output.Offset(1, 0).Range("A1:AA30000").ClearContents

' Hladanie StartRow
DateFound = False
ActRow = 0

```



```

Do While Not (DateFound)
    ActRow = ActRow + 1
    If StartDate.Value <= InputData.Cells(ActRow, 1).Value Then
        DateFound = True
    End If
Loop
StartRow = ActRow

' Hladanie EndRow
DateFound = False
Do While Not (DateFound)
    ActRow = ActRow + 1
    If EndDate = InputData.Cells(ActRow, 1).Value Then
        DateFound = True
    End If
    If EndDate < InputData.Cells(ActRow, 1).Value Then
        DateFound = True
        ActRow = ActRow - 1
    End If
Loop
EndRow = ActRow

StartDate = InputData(StartRow, 1)
EndDate = InputData(EndRow, 1)

' Konstrukcia portfolia
StartingCapital = 1000
t = (EndDate - StartDate) / 365
MyBondPrice = ZeroCouponBondPrice(t, StartingCapital,
Range(InputData.Cells(StartRow, 2), InputData.Cells(StartRow, 9)))
RemainingCapital = StartingCapital - MyBondPrice

s = InputData.Cells(StartRow, 10)

```

```

CallStrike1 = s *
ThisWorkbook.Names("SimOBPISStrike").RefersToRange.Offset(1, i)
CallStrike2 = s *
ThisWorkbook.Names("SimOBPISoldCallStrike").RefersToRange.Offset(1, i)
r = GetRate(t, Range(InputData.Cells(StartRow, 2), InputData.Cells(StartRow,
9)))
Sigma = VolatilityCount(StartDate, EndDate, 4504)

' Portfolio zlozene len z bondu
Dim RFPtfBondsCount, RFPtfValue
RFPtfBondsCount = StartingCapital / MyBondPrice

Select Case StrategyType
Case "Bond + Call"
MyCallPrice1 = CallPrice(s, CallStrike1, Sigma, r, t)
CallsCount1 = RemainingCapital / MyCallPrice1
CallsCount2 = 0
Case "Bond + Call - Call"
MyCallPrice1 = CallPrice(s, CallStrike1, Sigma, r, t)
MyCallPrice2 = CallPrice(s, CallStrike2, Sigma, r, t)
CallsCount1 = RemainingCapital / (MyCallPrice1 - MyCallPrice2)
CallsCount2 = -CallsCount1
End Select

NCallsBought.Value = CallsCount1
ZCPrice.Value = MyBondPrice
FreeCash.Value = RemainingCapital
StartIndexValue = s
StrikeAbs.Value = Strike
CallPriceRange = MyCallPrice1

For ActRow = StartRow To EndRow
OutputRow = ActRow - StartRow + 1

```

```

s = InputData.Cells(ActRow, 10)
t = (EndDate - InputData.Cells(ActRow, 1).Value) / 365
r = GetRate(t, Range(InputData.Cells(ActRow, 2), InputData.Cells(ActRow,
9)))

```

```

MyBondPrice = ZeroCouponBondPrice(t, StartingCapital,
Range(InputData.Cells(ActRow, 2), InputData.Cells(ActRow, 9)))

```

```

Select Case StrategyType

```

```

    Case "Bond + Call"

```

```

        MyCallPrice1 = CallPrice(s, CallStrike1, Sigma, r, t)

```

```

        MyCallPrice2 = 0

```

```

    Case "Bond + Call - Call"

```

```

        MyCallPrice1 = CallPrice(s, CallStrike1, Sigma, r, t)

```

```

        MyCallPrice2 = CallPrice(s, CallStrike2, Sigma, r, t)

```

```

End Select

```

```

PtfValue = MyBondPrice + MyCallPrice1 * CallsCount1 + MyCallPrice2 *
CallsCount2

```

```

' Portfolio zlozene len z bondu

```

```

RFPtfValue = RFPtfBondsCount * MyBondPrice

```

```

Output.Offset(OutputRow, 0).Value = InputData.Cells(ActRow, 1).Value

```

```

Output.Offset(OutputRow, 1).Value = PtfValue

```

```

Output.Offset(OutputRow, 2).Value = s

```

```

Output.Offset(OutputRow, 3).Value = RFPtfValue

```

```

Output.Offset(OutputRow, 4).Value = MyCallPrice1 * CallsCount1 +
MyCallPrice2 * CallsCount2

```

```

Output.Offset(OutputRow, 5).Value = MyBondPrice

```

```

Output.Offset(OutputRow, 6).Value = MyCallPrice1

```

```

If OutputRow = 1 Then

```

```

    Output.Offset(OutputRow, 7).Formula = "=RC[-6]"

```

```

Else

```

```

Output.Offset(OutputRow, 7).FormulaR1C1 = "=R[-1]C*RC[-4]/R[-1]C[-
4]"
Output.Offset(OutputRow - 1, 8).FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]/RC[-7]-1"
Output.Offset(OutputRow - 1, 9).FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]/RC[-7]-1"
Output.Offset(OutputRow - 1, 10).FormulaR1C1 = "=R[1]C[-7]/RC[-7]-1"
End If
Next ActRow

Application.Calculation = xlCalculationAutomatic
End Sub

```

Module VolatilityAnalysis

```

Sub VolatilityAnalysis()

Dim EWMA_SPTR As Range
Set EWMA_SPTR = ThisWorkbook.Names("EWMA_SPTR").RefersToRange
Dim EWMA_Date As Range
Set EWMA_Date = ThisWorkbook.Names("EWMA_Date").RefersToRange
Dim EWMA_Volatility As Range
Set EWMA_Volatility =
ThisWorkbook.Names("EWMA_Volatility").RefersToRange
Dim Sigma As Double

DataCount = GetLastNonEmpty(EWMA_Date).Row - EWMA_Date.Row
Row = 1

Do While Not (Row + 250 > DataCount)
    StartDate = EWMA_Date.Offset(Row, 0)
    EndDate = EWMA_Date.Offset(Row + 250, 0)

    Sigma = VolatilityCount(StartDate, EndDate, DataCount)
    EWMA_Volatility.Offset(250 + Row, 0) = Sigma

```

```
    Row = Row + 1  
Loop  
End Sub
```