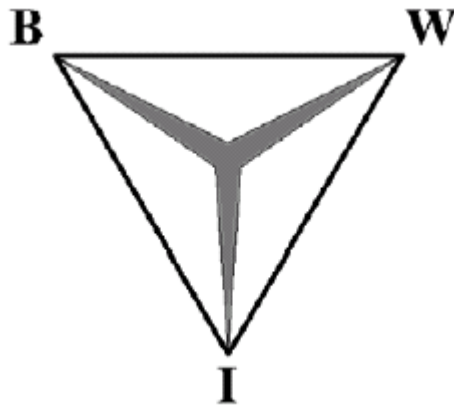


# ‘Beheersen van de staart’



Stageverslag  
Samir Azgzaou

Eerste begeleider: Prof. Dr. H.M.P. Kersten  
Tweede begeleider: Dr. Ir. G. Jongbloed



Vrije Universiteit Amsterdam  
Faculteit der Exacte Wetenschappen  
Bedrijfswiskunde en Informatica  
De Boelelaan 1081a  
1081 HV Amsterdam



PGGM Investments  
Utrechtseweg 44  
3704 HD Zeist

## Voorwoord

De stage is het laatste onderdeel van de studie Bedrijfswiskunde en Informatica aan de vrije Universiteit te Amsterdam. Ik heb mijn stage gelopen bij PGGM te Zeist op de afdeling Performance and Risk Analysis (P&RA). PGGM is een pensioenverzekeraar voor werknemers en werkgevers in de sector zorg en welzijn. De stage heeft plaatsgevonden van april 2006 tot en met november 2006.

Allereerst wil ik PGGM graag bedanken voor de gelegenheid die zij mij gegeven hebben om bij hen stage te lopen.

Tot slot wil ik ook nog de personen bedanken die mijn stage tot een succes hebben gemaakt. Binnen PGGM wil ik graag Patrick Schenhuizen bedanken voor zijn begeleiding en tijd. Ook gaat mijn dank uit naar alle andere medewerkers van de afdeling P&RA die mij hebben bijgestaan. Verder wil ik mijn stagebegeleider prof. dr. H.M.P Kersten en de tweede lezer, dr. Ir. G. Jongbloed, bedanken voor hun begeleiding gedurende de stageperiode vanuit de Vrije Universiteit.

Samir Azgzaou,  
November 2006

# Samenvatting

## Catastrofe bonds

Een catbond is een financieel instrument, dat bescherming biedt aan een (her)verzekeraar tegen extreme rampen zoals orkanen en giframpen. Het verzekeringsrisico wordt aangeboden aan een investeerder. De investeerder ontvangt hiervoor een premie,  $\text{libor} + \text{vergoeding}$ , van de (her)verzekeraar. Als zich een ramp voordoet moet de investeerder een bedrag betalen aan de (her)verzekeraar (verzekeringsuitkering).

Vóór het ontstaan van catbonds waren er twee andere alternatieven om het verzekeringsrisico te diversifiëren. De twee alternatieven waren catastrofe swaps (cat swaps) en herverzekering. Bij beide alternatieven verdwijnt het verzekeringsrisico, maar daarvoor komt een ander soort risico voor in de plaats namelijk het kredietrisico. Er moet dus een structuur gevonden worden die naast het verzekeringsrisico ook nog rekening houdt met het kredietrisico. Dit kan bereikt worden door het uitgeven van catbonds via een Special Purpose Vehicle (SPV). In totaal zijn er 5 soorten catbonds in omloop, die zich onderscheiden door de manier waarop de schade na een extreme ramp wordt vastgesteld.

De soorten extreme rampen, die voor kunnen komen, worden onderverdeeld in twee categorieën: natuur- en industrie rampen. De investeerder kan een hoge vergoeding verwachten als hij in catbonds belegt, maar een investeerder belegt pas in catbonds als die het vertrouwen heeft dat alle deelnemende partijen onafhankelijk zijn, zoals de SPV en de calculation agent. De SPV fungeert als een zelfstandig juridische onderneming, die de belangen van zowel de herverzekeraar als van de investeerder behartigt. De SPV neemt het verzekeringsrisico van de herverzekeraar over en die heeft weer een deel van het verzekeringsrisico overgenomen van de verzekeraar. Zonder de tussenkomst van een SPV, waarbij de verzekeraar en investeerder direct met elkaar in zee gaan, ontstaat kredietrisico. De (her)verzekeraar loopt kredietrisico op de investeerder, omdat er een kans bestaat dat de investeerder niet aan zijn verplichtingen kan voldoen. Dit hele probleem kan eenvoudig verholpen worden door een SPV in te schakelen. Naast de SPV moet de calculation agent, die de parameters modelleert om zo de dekking van een verzekeraar te bepalen, ook onafhankelijk zijn.

Voor de risicoanalyse wordt er een Monte-Carlo simulatie op de PGGM-portefeuille toegepast. Uit de simulatie wordt er een zogenaamde exceedance curve verkregen, waarin het verlies van de portefeuille eens-in-de-zoveel-tijd afgelezen kan worden. De portefeuille bestaat uit X bonds en omvat 16 verschillende extreme rampen. De portefeuille heeft een totale waarde van X miljoen dollar. Voor het analyseren van deze portefeuille wordt het verlies eens-in-de-100-jaar bepaald. Uit de analyse blijkt dat het verlies van de portefeuille X miljoen dollar te bedragen, waarbij de 1% VaR gelijk is aan X miljoen dollar bij een 99% betrouwbaarheidsinterval.

Na de risicoanalyse wordt de PGGM-portefeuille vergeleken met de markt. Met als doel om de prestatie van de PGGM-portefeuille te meten. De meting wordt gedaan door de Sharpe ratio van de portefeuille te vergelijken met die van de markt. Het blijkt dat er heteroscedasticiteit optreedt in de markt. De marktresiduen hebben geen constante variantie, omdat de grootte van de residuen met het risico toenemen. Voor het verwijderen van de heteroscedasticiteit worden de aanwezige uitbijters onderzocht. In de marktportefeuille zijn er 5 uitbijters te vinden: 3 bonds die negatieve vergoedingen aanbieden en 2 die illiquide zijn. Na het verwijderen van deze uitbijters is de heteroscedasticiteit uit de markt verdwenen. Dit resultaat is aangetoond aan de hand van QQ-plots en twee verdelingstoetsen: Jacque Bera - en Lilliefors toets. Vanwege de aangepaste markt wordt er

onderzocht of het verschil in Sharpe ratio's significant is. Uit het onderzoek mag er aangenomen worden, dat beide portefeuilles aan elkaar gelijk zijn.

In het laatste hoofdstuk worden drie waarderingsmodellen (Kreps model, Kreps & Major model en het LFC model) onderzocht. Met als doel om te bepalen welke model het geschiktste is om een nieuwe bond te waarderen en om daarna misschien toe te voegen aan de huidige portefeuille. De analyse begint bij het definiëren van 'goedkope' en 'dure' bonds. 'Goedkope' bonds zijn bonds die een te hoog rendement opleveren ten opzichte van de markt bij een onderliggend risico. Voor de 'dure' bonds geldt dat andersom. De modellen worden onderling vergeleken aan de hand van een classificatie naar 'goedkope' bonds. De classificatie wordt aangetoond door gebruik te maken van pivottabellen. Pivottabellen geven op een duidelijke wijze een overzicht van de classificatie weer.

### **Risicovoorspelling**

In de risicovoorspelling wordt het marktrisico van een aantal portefeuilles een dag vooruit voorspeld. Hierbij wordt er gebruik gemaakt van 4 geselecteerde modellen: Value at Risk met een decayfactor, Modified Value at Risk, GARCH(1,1) en wortelformule. Elk model wordt geëvalueerd aan de hand van backtesting en wordt beoordeeld op een drietal punten. Deze punten zijn:

- Kijken of het model de pieken goed volgt.
- Onderzoeken of de overschrijding van het maximaal aantal overschrijdingen significant is met behulp van de binomiale toets.
- Het berekenen van de grootte van de overschrijding (expected shortfall).

### **Credit Default Swaps (CDS)**

Een CDS is een verzekeringscontract dat een bedrijf aangaat met een investeerder. De investeerder ontvangt van het bedrijf een vergoeding voor het verzekeren van een overgenomen risico (krediet gebeurtenis). Als een krediet gebeurtenis plaatsvindt dan moet de investeerder een bedrag betalen aan het bedrijf.

In dit hoofdstuk wordt een methode geïmplementeerd om een CDS te waarderen. Voor het waarderen van een CDS worden de volgende onderdelen gebruikt: dagconventies, interpolatie, rentecurve en discount factors. Daarnaast worden van een CDS de recovery rate, default waarden en spread gebruikt.

# Inhoudsopgave

Voorwoord.....	i
Samenvatting.....	iii
1. Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 PGGM.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.1 Algemeen.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.2 Historie.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.3 Organogram.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.2 PGGM Investments.....	Error! Bookmark not defined.
1.1.3 Afdeling Performance & Risk Analysis.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Probleemomschrijving.....	Error! Bookmark not defined.
<b>Stageopdracht 1:</b> .....	Error! Bookmark not defined.
1. De catastrofe bonds.....	Error! Bookmark not defined.
1.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
1.2 Het ontstaan van de catbonds.....	Error! Bookmark not defined.
1.3 Wat zijn catbonds?.....	Error! Bookmark not defined.
1.4 Soorten catbonds.....	Error! Bookmark not defined.
1.4.1 Dekking gebaseerd op omvang schadevergoeding.....	Error! Bookmark not defined.
1.4.2 Dekking gebaseerd op een schade index trigger.....	Error! Bookmark not defined.
1.3.3 Dekking gebaseerd op een zuivere parametrische trigger.....	Error! Bookmark not defined.
1.4.4 Dekking gebaseerd op een parametrisch index trigger.....	Error! Bookmark not defined.
1.4.5 Dekking gebaseerd op een gemodelleerd-verlies.....	Error! Bookmark not defined.
1.5 Ontwikkeling van catbonds.....	Error! Bookmark not defined.
2. Vanuit het gezichtspunt van een verzekeringsmaatschappij.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Soorten catastrofe gebeurtenissen.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Natuurlijke rampen.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1.1 Overstromingen.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1.2 Stormen.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1.3 Tropische depressie.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1.4 Aardbevingen.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1.5 Temperatuur.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Extreme industriële rampen.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Recente of nieuwe ontwikkelingen.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Rampenregeling in Nederland.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Redenen voor risico verschuiving naar een herverzekeraar ....	Error! Bookmark not defined.
3. De catbondstructuur.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Deelnemende partijen.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Verzekerde.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.2 Verzekeringsmaatschappij.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.3 Herverzekeringsmaatschappij.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.4 Investeerder.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.5 Procedure.....	Error! Bookmark not defined.
4. Vanuit het gezichtspunt van een belegger.....	Error! Bookmark not defined.
4.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
4.2 Nieuw beleggingsproduct: Invloed van extreme rampen op de markt.....	Error! Bookmark not defined.

4.3 De voorwaarden van investeerders om in catbonds te beleggen.....	Error! Bookmark not defined.
4.3 Getallenvoorbeeld.....	Error! Bookmark not defined.
4.4 Risicoanalyse van een catbonds portefeuille.....	Error! Bookmark not defined.
4.4.1 Exceedance curve.....	Error! Bookmark not defined.
4.5 Risicoanalyse van de PGGM-portefeuille.....	Error! Bookmark not defined.
5. Portefeuille analyse.....	Error! Bookmark not defined.
5.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
5.2 PGGM-portefeuille vergelijken met de markt.....	Error! Bookmark not defined.
5.2.1 Resultaten.....	Error! Bookmark not defined.
5.3 Gevoeligheidsanalyse van de portefeuille.....	Error! Bookmark not defined.
5.3.1 Value at Risk en Marginaal Value at Risk (MVaR).....	Error! Bookmark not defined.
5.3.2 Value at Risk en Incrementeel Value at Risk (IVaR).....	Error! Bookmark not defined.
5.3.3 Risicoanalyse na het toevoegen van bonds.....	Error! Bookmark not defined.
5.3.4 Risicoverandering door verandering in een trigger.....	Error! Bookmark not defined.
6.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
6.2 Kreps model.....	Error! Bookmark not defined.
6.3 Kreps en Major model (K&M).....	Error! Bookmark not defined.
6.4 Het LFC model.....	Error! Bookmark not defined.
6.5 Vergelijking van modellen: classificatie.....	Error! Bookmark not defined.
7. Conclusie.....	Error! Bookmark not defined.
<b>Stageopdracht 2:</b> .....	Error! Bookmark not defined.
2. Risico voorspellingen.....	Error! Bookmark not defined.
2.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
2.2 Definities.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.1 Value at Risk (VaR).....	Error! Bookmark not defined.
2.2.2 Backtesting.....	Error! Bookmark not defined.
2.2.3 Staartanalyse.....	Error! Bookmark not defined.
2.3 Data.....	Error! Bookmark not defined.
2.4 Criteria's voor het beoordelen van een model.....	Error! Bookmark not defined.
2.5 Risico voorspelling: Korte termijn.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.1 Value at Risk.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.2 Value at Risk met een decayfactor.....	Error! Bookmark not defined.
2.5.3 Modified Value at Risk.....	Error! Bookmark not defined.
2.6 Risico voorspelling: Lange termijn.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.1 GARCH.....	Error! Bookmark not defined.
2.6.2 De Square-root-rule.....	Error! Bookmark not defined.
Conclusie/Aanbeveling.....	Error! Bookmark not defined.
Stageopdracht 3:.....	Error! Bookmark not defined.
3. Credit Default Swaps.....	Error! Bookmark not defined.
3.1 Inleiding.....	Error! Bookmark not defined.
3.2 Wat is een Credit Default Swap (CDS)?.....	Error! Bookmark not defined.
3.2.1 Het CDS-structuur.....	Error! Bookmark not defined.
3.3.3 Het waarderen van een CDS.....	Error! Bookmark not defined.
Conclusie.....	Error! Bookmark not defined.
Literatuurlijst.....	Error! Bookmark not defined.
Appendix 1: Overzicht van de PGGM-portefeuille.....	Error! Bookmark not defined.
Appendix 2: Monte-Carlo simulatie versus Fermat.....	Error! Bookmark not defined.

Appendix 3: Jack-Bera verdelingstoets (JB-toets) .....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>
Appendix 4: Lilliefors verdelingstoets.....	<b>Error! Bookmark not defined.</b>