

การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบของแบบจำลองประเมินราคาใบสำคัญแสดงสิทธิแบบหลายกลุ่ม



นางสาวกัญญวีร์ ทิฆนนานนท์

วิทยานิพนธ์นี้เป็นส่วนหนึ่งของการศึกษาตามหลักสูตรปริญญาวิทยาศาสตรมหาบัณฑิต  
สาขาวิชาการเงิน ภาควิชาการธนาคารและการเงิน  
คณะพาณิชยศาสตร์และการบัญชี จุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย  
ปีการศึกษา 2549  
ลิขสิทธิ์ของจุฬาลงกรณ์มหาวิทยาลัย

**A COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTIPLE WARRANTS PRICING MODELS**

**Miss Gunyawee Teekathananont**

**A Thesis Submitted in Partial Fulfillment of the Requirements  
for the Degree of Master of Science Program in Finance**

**Department of Banking and Finance  
Faculty of Commerce and Accountancy  
Chulalongkorn University**

**Academic Year 2006**

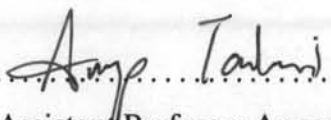
**Copyright of Chulalongkorn University**

**490550**


Thesis Title            A COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTIPLE WARRANTS  
                                 PRICING MODELS  
By                         Miss Gunyawee Teekathananont  
Field of Study         Finance  
Thesis Advisor        Anant Chiarawongse, Ph.D.


---

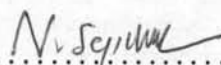
Accepted by the Faculty of Commerce and Accountancy, Chulalongkorn University  
in Partial Fulfillment of the Requirements for the Master's Degree

 ..... Dean of the Faculty of Commerce and Accountancy  
(Assistant Professor Annop Tanlamai, Ph.D.)

#### THESIS COMMITTEE

 ..... Chairman  
(Associate Professor Sunti Tirapat, Ph.D.)

 ..... Thesis Advisor  
(Anant Chiarawongse, Ph.D.)

 ..... Member  
(Nathridee Suppakitjarak, Ph.D.)

นางสาวกัญญวรี ทิมชนานนท์ : การวิเคราะห์เชิงเปรียบเทียบของแบบจำลองประเมินราคาใบสำคัญแสดงสิทธิแบบหลายกลุ่ม (A COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTIPLE WARRANTS PRICING MODELS). อาจารย์ที่ปรึกษา : อ.ดร. อนันต์ เจียรวงศ์, 55 หน้า.

วิทยานิพนธ์ฉบับนี้ทำการศึกษาและเปรียบเทียบแบบจำลองประเมินราคาของใบสำคัญแสดงสิทธิแบบหลายกลุ่ม โดยใช้ข้อมูลราคาใบสำคัญแสดงสิทธิของตลาดหลักทรัพย์แห่งประเทศไทย ตั้งแต่ปีพ.ศ. 2545 ถึงปีพ.ศ. 2549 แบบจำลองที่ใช้ในการศึกษามีทั้งหมด 4 แบบจำลอง ได้แก่ แบบจำลองกาไลซเนลเลอร์, แบบจำลองลิมเทอร์รี่, แบบจำลองดาร์ลินอสแซทเชลล์ และแบบจำลองเดนนิสเรนเดลแมน ราคาในทางทฤษฎีของแบบจำลองต่างๆ จะถูกนำไปเปรียบเทียบกับราคาของตลาด เพื่อเปรียบเทียบประสิทธิภาพระหว่างแบบจำลอง โดยใช้จำนวนใบสำคัญแสดงสิทธิทั้งหมด 20 กลุ่ม ผลการศึกษาพบว่า ราคาทางทฤษฎีของทุกแบบจำลองมีค่ามากกว่าราคาตลาด แบบจำลองลิมเทอร์รี่และแบบจำลองเดนนิสเรนเดลแมนมีประสิทธิภาพในการประเมินราคาใบสำคัญแสดงสิทธิได้ดีที่สุด เนื่องจากมีการคำนึงถึงผลกระทบระหว่างกลุ่มที่เกิดจากการใช้สิทธิของผู้ถือใบสำคัญแสดงสิทธิทั้งสองกลุ่ม ซึ่งสามารถทำให้สรุปได้ว่าการประเมินราคาของใบสำคัญแสดงสิทธิแบบหลายกลุ่มควรจะคำนึงการเสื่อมมูลค่าที่เกิดจากการใช้สิทธิของผู้ถือใบสำคัญแสดงสิทธิกลุ่มอื่นด้วย

|            |                     |                            |                    |
|------------|---------------------|----------------------------|--------------------|
| ภาควิชา    | การธนาคารและการเงิน | ลายมือชื่อนิสิต            | กัญญวรี ทิมชนานนท์ |
| สาขาวิชา   | การเงิน             | ลายมือชื่ออาจารย์ที่ปรึกษา | อนันต์ เจียรวงศ์   |
| ปีการศึกษา | 2549                |                            |                    |

##4882618226 : MAJOR FINANCE

KEYWORDS : MULTIPLE/WARRANT

GUNYAWEE TEEKATHANANONT : A COMPARATIVE ANALYSIS OF MULTIPLE WARRANTS PRICING MODELS. THESIS ADVISOR : ANANT CHIARAWONGSE, PH.D., 55 pp.

This study investigates three multiple warrant pricing models (the Lim-Terry model, the Darsinos-Satchell model and the Dennis-Rendleman model) and a standard warrant pricing model (the Galai-Schneller model) by using warrant data from the Stock Exchange of Thailand. The multiple warrant pricing models are expected to improve the standard model since the potential dilution effects across warrant series (the subtle slippage effect and the cross-dilution effect) are considered. All of the theoretical warrant values are compared with market prices and with each other. In addition, the pricing error statistics of each model are examined in various situations: in-the-money, at-the-money, and out-of-the-money. The empirical results reveal that all the models tend to overestimate the market prices. The standard model performs worst. The models incorporated with both of the subtle slippage and cross-dilution effects outperform the others and provide best estimates for in-the-money warrants. It is obvious that the dilution effects across warrant series have a profound influence on valuing multiple warrants. Exercising each warrant series results in a decrease in the firm value and hence affects the exercising decision of the other series. Consequently, the subtle slippage effect and the cross-dilution effect should be taken into account when multiple warrants are valued.

Department Banking and Finance  
Field of study Finance  
Academic year 2006

Student's signature *Gunyawee Teekathananont*

Advisor's signature *Anant Chiarawongse*

## Acknowledgements

I am greatly indebted to everyone who has given me help and support throughout the course of this thesis. First of all, I would like to express my sincere gratitude to my thesis advisor, Dr. Anant Chiarawongse for his invaluable advice, guidance and encouragement through the completion of this thesis. In addition, I would like to thank my friends in MSF program—Kridsda Nimmananta, Tawan Sinchai, Wichaya Wongpanuwich—for friendship and cheerfulness. Last but not least, I feel the deepest sense of gratitude to my beloved parents and sister for their inspiration, encouragement and dedicated supports in every aspect throughout the course of study. You are indispensable for my success.

# Contents

|  | Page      |
|--|-----------|
| <b>Thai Abstract</b> . . . . .   | iv        |
| <b>English Abstract</b> . . . . .  | v         |
| <b>Acknowledgements</b> . . . . .  | vi        |
| <b>Contents</b> . . . . .  | vii       |
| <b>List of Tables</b> . . . . .  | ix        |
| <b>List of Figures</b> . . . . .   | x         |
| <br>   |           |
| <b>CHAPTER I INTRODUCTION</b> . . . . .                                  | <b>1</b>  |
| 1.1 Background and Problem Review . . . . .                              | <b>1</b>  |
| 1.2 Statement of Problem / Research Question . . . . .                   | <b>2</b>  |
| 1.3 Objective of the Study . . . . .                                     | <b>3</b>  |
| 1.4 Scope of the Study . . . . .   | <b>3</b>  |
| 1.5 Contribution . . . . .   | <b>3</b>  |
| <br>   |           |
| <b>CHAPTER II LITERATURE REVIEW</b> . . . . .                            | <b>4</b>  |
| <br>   |           |
| <b>CHAPTER III WARRANT PRICING MODELS</b> . . . . .                      | <b>9</b>  |
| 3.1 Galai-Schneller Model . . . . .                                      | <b>9</b>  |
| 3.2 Lim-Terry Multiple Warrants Model . . . . .                          | <b>10</b> |
| 3.2.1 Series A Warrants Pricing . . . . .                                | 11        |
| 3.2.2 Series B Warrants Pricing . . . . .                                | 12        |
| 3.3 Darsinos-Satchell Multiple Series Warrants Model . . . . .           | <b>13</b> |
| 3.3.1 Series A Warrants Pricing . . . . .                                | 14        |
| 3.3.2 Series B Warrants Pricing . . . . .                                | 14        |
| 3.3.3 Other Series Pricing . . . . .                                     | 15        |
| 3.4 Dennis-Rendleman Multiple Series Warrants Model . . . . .            | <b>15</b> |
| <br>   |           |
| <b>CHAPTER IV DATA AND METHODOLOGY</b> . . . . .                         | <b>19</b> |
| 4.1 Data . . . . .   | <b>19</b> |
| 4.2 Research Hypotheses . . . . .  | <b>19</b> |
| 4.2.1 Hypothesis 1: Testing Pricing Error of Each model . . . . .        | 19        |
| 4.2.2 Hypothesis 2: Testing Pricing Error of the Model In Each Situation | 19        |
| 4.2.3 Hypothesis 3: Testing Pricing Error Between Models . . . . .       | 21        |
| 4.3 Methodology . . . . .  | <b>21</b> |
| 4.3.1 Parameter Estimation . . . . .                                     | 22        |



|   | Page      |
|---|-----------|
| 4.3.1.1 The Value of Firm and Firm Volatility Estimation . . . . .    | 22        |
| 4.3.1.2 Up and Down Factor of the Dennis-Rendleman model . . . . .    | 23        |
| 4.3.1.3 Interest Rate Interpolation . . . . .                         | 23        |
| 4.3.2 Model Performance . . . . .                                     | 23        |
| 4.3.2.1 Forecasting Error Statistics . . . . .                        | 23        |
| 4.3.2.2 Test of Pricing Errors . . . . .                              | 24        |
| 4.3.2.3 Regression Analysis of Pricing Errors . . . . .               | 24        |
| <b>CHAPTER V RESULTS . . . . .</b>                                    | <b>25</b> |
| 5.1 Paired t-Test . . . . .   | 25        |
| 5.2 Pricing Error Statistics . . . . .                                | 25        |
| 5.2.1 Mean Absolute Error (MAE) . . . . .                             | 25        |
| 5.2.2 Mean Absolute Percentage Error (MAPE) . . . . .                 | 25        |
| 5.2.3 Root Mean Square Error (RMSE) . . . . .                         | 27        |
| 5.3 Analysis of Pricing Errors . . . . .                              | 27        |
| 5.4 The Wilcoxon Signed-Rank Test . . . . .                           | 30        |
| 5.4.1 Series A Warrant . . . . .                                      | 30        |
| 5.4.2 Series B Warrant . . . . .                                      | 31        |
| 5.5 Regression Analysis of Pricing Errors . . . . .                   | 31        |
| 5.5.1 Degree of Moneyness $((v - K) / K)$ . . . . .                   | 31        |
| 5.5.2 Time to Maturity $(\tau)$ . . . . .                             | 32        |
| 5.5.3 Firm Volatility $(\sigma_v)$ . . . . .                          | 32        |
| 5.5.4 Risk-Free Rate of Interest $(r)$ . . . . .                      | 33        |
| <b>CHAPTER VI CONCLUSIONS AND AREAS FOR FUTURE RESEARCH . . . . .</b> | <b>34</b> |
| 6.1 Conclusions . . . . .   | 34        |
| 6.2 Areas for Future Research . . . . .                               | 36        |
| <b>REFERENCES . . . . .</b>   | <b>38</b> |
| <b>APPENDICES</b>   |           |
| APPENDIX A THE DERIVATION OF THE LIM-TERRY MODEL . . . . .            | 41        |
| APPENDIX B MODEL COMPARISONS . . . . .                                | 46        |
| APPENDIX C MEAN ABSOLUTE PRICING ERROR . . . . .                      | 49        |
| APPENDIX D REGRESSION STATISTICS OF EACH MODEL . . . . .              | 51        |
| <b>BIOGRAPHY . . . . .</b>  | <b>55</b> |



## List of Tables

| Table   | Page |
|---|------|
| 4.1 Features of the Studied Warrants . . . . .                              | 20   |
| 5.1 Paired t-Statistics . . . . .   | 26   |
| 5.2 Pricing Error Statistics of Series A Warrant . . . . .                  | 28   |
| 5.3 Pricing Error Statistics of Series B Warrant . . . . .                  | 29   |
| 5.4 MAPE Analysis . . . . .   | 30   |
| 5.5 Wilcoxon Test Statistics . . . . .                                      | 32   |
| 5.6 Results of Regression Tests . . . . .                                   | 33   |
| 6.1 Model Comparison . . . . .  | 36   |
| C.1 Statistics of Model Comparison . . . . .                                | 49   |
| C.2 Descriptive Statistics of Each Model . . . . .                          | 50   |
| D.1 Series A Regression Statistics of the Galai-Schneller model . . . . .   | 51   |
| D.2 Series A Regression Statistics of the Lim-Terry Model . . . . .         | 51   |
| D.3 Series A Regression Statistics of the Darsinos-Satchell model . . . . . | 52   |
| D.4 Series A Regression Statistics of the Dennis-Rendleman Model . . . . .  | 52   |
| D.5 Series B Regression Statistics of the Galai-Schneller Model . . . . .   | 53   |
| D.6 Series B Regression Statistics of the Lim-Terry Model . . . . .         | 53   |
| D.7 Series B Regression Statistics of the Darsinos-Satchell Model . . . . . | 54   |
| D.8 Series B Regression Statistics of the Dennis-Rendleman Model . . . . .  | 54   |

## List of Figures

| Figure   | Page |
|--|------|
| 3.1 Binomial Model Illustration . . . . .  | 16   |
| B.1 Warrant Price Comparison of the Lim-Terry Model and the Dennis-<br>Rendleman Model . . . . . | 47   |
| B.2 Price Difference Between Each Step of the Dennis-Rendleman Model . . . .                     | 48   |
| B.3 Computation Time of the Dennis-Rendleman Model . . . . .                                     | 48   |